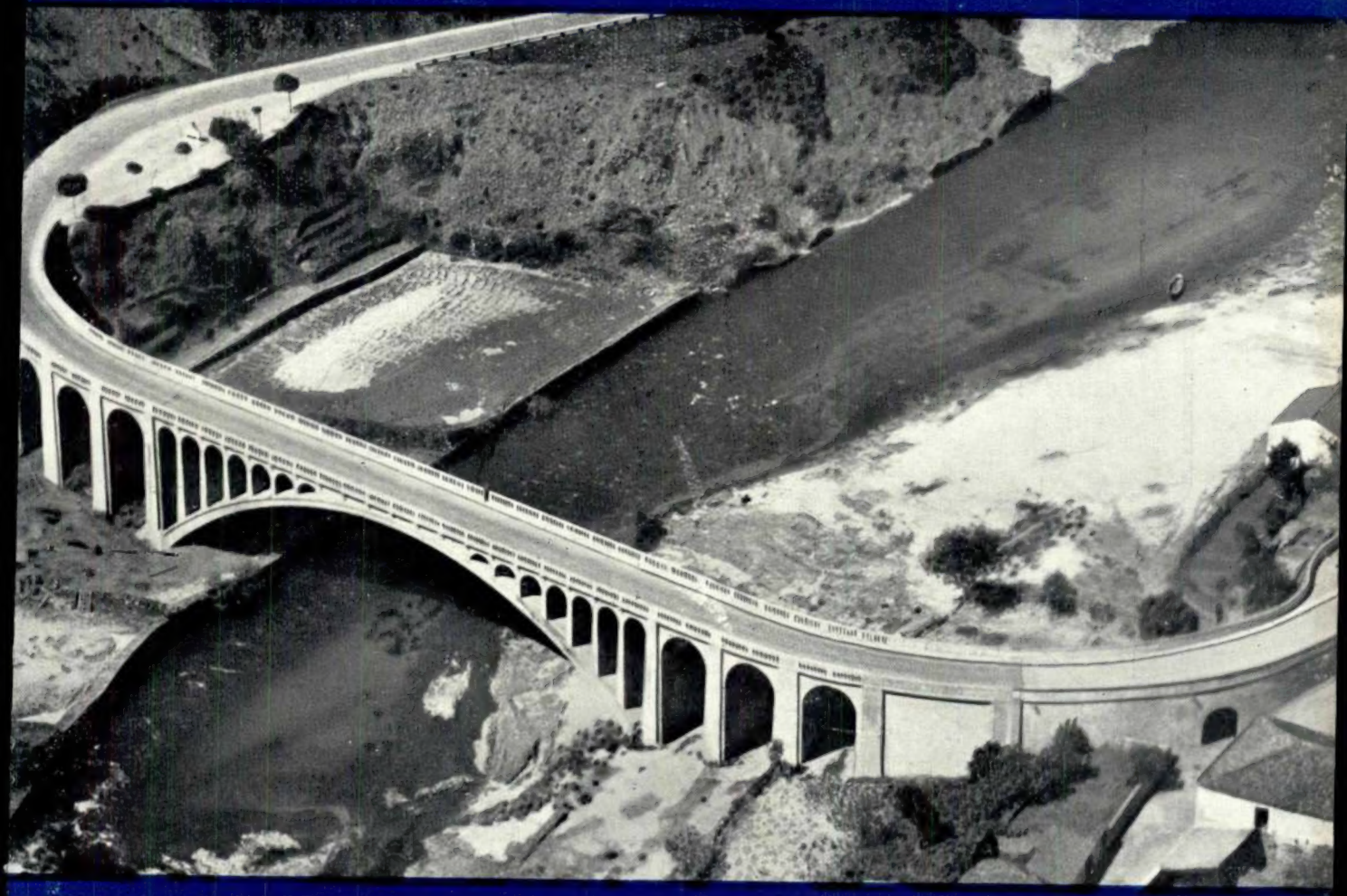
TÉCNICA



REVISTA DE ENGENHARIA
DOS ALUNOS DO I.S.T.

N.º 184 - Junho - 1948

CIMENTO

SECIL

Fabricado pelos mais modernos processos e preferido para todos os trabalhos de responsabilidade.
Sacos de papel ou de juta com 50 Kg.
Barricas de 180 Kg.

S E C I L

COMPANHIA GERAL DE CAL E CIMENTO
RUA DO COMÉRCIO, 56, 3.º
LISBOA

União Eléctrica Portuguesa

S. A. R. L.

SEDE
Rua Duque de Loulé, 240 — Pôrto
Telef. 2828 — 2829 — 2830 — Est. 90

DELEGAÇÃO
R. António Maria Cardoso, 13, 2.º-Lisboa
Telefones 27232 — 27233 — Est. 365

ELECTRICIDADE DO LINDOSO
E DAS CENTRAIS DO FREIXO E DA CACHOFARRA

A **União Eléctrica Portuguesa** distribui e vende electricidade nos **distritos** de VIANA DO CASTELO, BRAGA, PORTO, AVEIRO, COIMBRA, VISEU LEIRIA e de SETÚBAL, pela mais extensa rêde de alta-tensão em Portugal (mais de 1.200 kms), levando fôrça motriz às FÁBRICAS e luz a CIDADES, VILAS, ALDEIAS e LUGARES

A **U. E. P.** facilita a electrificação de Fábricas e oferece as maiores vantagens nas suas tarifas

Consultar a **U. E. P.** e consumir a sua energia é **proveitoso negócio**

Cimento «Liz» hidrofugado «N»

PRÓPRIO PARA

IMPERMEABILIZAÇÃO DE OBRAS

REBOCOS, FUNDAÇÕES, PAREDES, ETC.

Substitue com vantagem de ordem técnica e económica todos os impermeabilizadores conhecidos.

Em sacos de papel de 50 quilos

Peçam instruções para o seu emprêgo

Sede: Rua do Cais de Santarém, 64, 1.º — LISBOA
Filial: Rua de Santo António, 190-A, 1.º — PORTO

Agentes em todo o País

NÚMERO
184
Junho — 1948

TÉCNICA

REVISTA DE ENGENHARIA
DOS
ALUNOS DO INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO
Redacção e Administração: AV. ROVISCO PAIS, IST / LISBOA-N./ TEL. 70144 (linha 50)

DIRECTOR
FERNANDO JÁCOME DE CASTRO

ADMINISTRADOR
HENRIQUE ESTÁCIO MARQUES

BIBLIOTECÁRIO
JAIME ORNELAS CAMACHO

SECRETÁRIO
JOSÉ MARIA AVILLEZ A. ACCIAIOLLI

NÚMERO AVULSO 7$50

ASSINATURAS:

	3 N.os	6 N.os	12 N.os
Continente e Ilhas	21$00	40$00	75$00
Colónias Portuguesas e Estrangeiro	—	45$00	80$00

EDITOR E PROPRIETARIO
ASS. DOS ESTUD. DO I. S. T.

COMPOSTO E IMPRESSO
NA
Tip. JORGE FERNANDES, L.da
RUA CRUZ DOS POIAIS, 103
LISBOA

SUMÁRIO

CAPA — Ponte Salazar, sobre o rio Mondego

		Págs.
A orgânica das aulas práticas do Instituto Superior Técnico	Eng.º Luís A. de Almeida Alves	995
Presión ejercida por las ondas sonoras sobre una pared perfectamente reflectora	Julio Palacios	1003
Extracção	Eng.º Luís A. de Almeida Alves	1005
Contribuição para a tecnologia da indústria do sal	Eng.º Antera Valeriana de Seabra Geada	1023
Notas à excursão dos alunos do 6.º ano de minas a França e Espanha (curso de 1946-47)	José Rogado e Fernando Freitas	1028
Excursão de estudo dos 4.º e 5.º anos de Química-Industrial		1034
Biblioteca		1039

OS ARTIGOS PUBLICADOS NESTA REVISTA SÃO DE EXCLUSIVA RESPONSABILIDADE DOS AUTORES

AMSLER

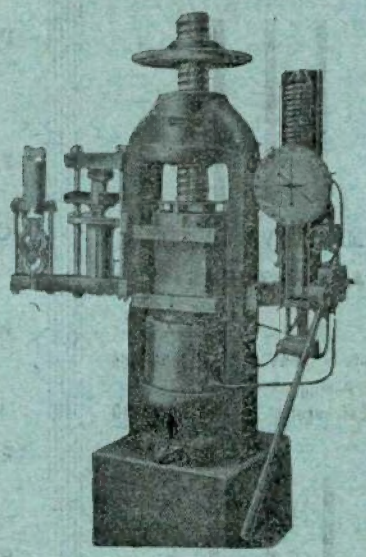
MÁQUINAS PARA ENSAIO DE MATERIAIS
APARELHOS HIDROMÉTRICOS, PLANÍMETROS, ETC.

PRECISÃO **ROBUSTEZ**

COMPROVADAS POR MUITAS CENTENAS DE INSTRUMENTOS

e dispositivos de ensaio, para a fabricação e para a construção, espalhados por todo o mundo. Experiência quási centenária.

Máquinas de tracção e compressão
» » flexão e torção
» » dureza e fadiga
» » choque (martelos pendulares)
Dinamómetros hidráulicos
Aparelhos para aferir manómetros
Dinamómetros de torção para potências
Prensas para ensaios de cimentos
Máquinas para ensaio de madeiras e materiais de construção
Vagões-dinamómetros
Molinetes e Limnígrafos
Planímetros. Integradores



PRENSA DE 200 TON. PARA BETÕES, ETC.

CATÁLOGOS E LISTA DOS COMPRADORES PORTUGUESES À DISPOSIÇÃO DOS INTERESSADOS

Representantes exclusivos para Portugal e Colónias:

PIMENTEL & CASQUILHO, L.DA
RUA EUGÉNIO DOS SANTOS, 75 // TELEF. 2 4314 // LISBOA

AMSLER
SCHAFFHOUSE

WILD

APARELHOS DE ALTO RENDIMENTO PARA
TOPOGRAFIA GEODESIA FOTOGRAMETRIA

EFICIÊNCIA **ROBUSTEZ**

COMPROVADAS POR MUITAS CENTENAS DE INSTRUMENTOS

vendidos em Portugal e Colónias, a maior parte dos quais ainda em serviço após anos de trabalho intensivo

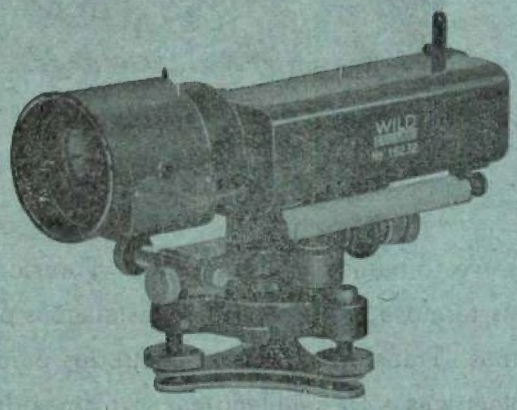
Nível pequeno **N I**
» médio **N II**
» de precisão **N III**

Teodolito-bússola **T 0**
» repetidor **T 1**
» universal **T 2**
» de precisão **T 3**
» astronómico **T 4**

Alidade com prancheta
Estádia de invar
Telémetros

Foto-teodolito
Câmaras fotográficas
Restituidores

Goniómetros e outros instrumentos topográficos militares



NÍVEL DE ALTA PRECISÃO
WILD N III

NOS NOSSOS ESCRITÓRIOS ESTAO À DISPOSIÇAO
DOS INTERESSADOS AS LISTAS DOS COMPRADORES

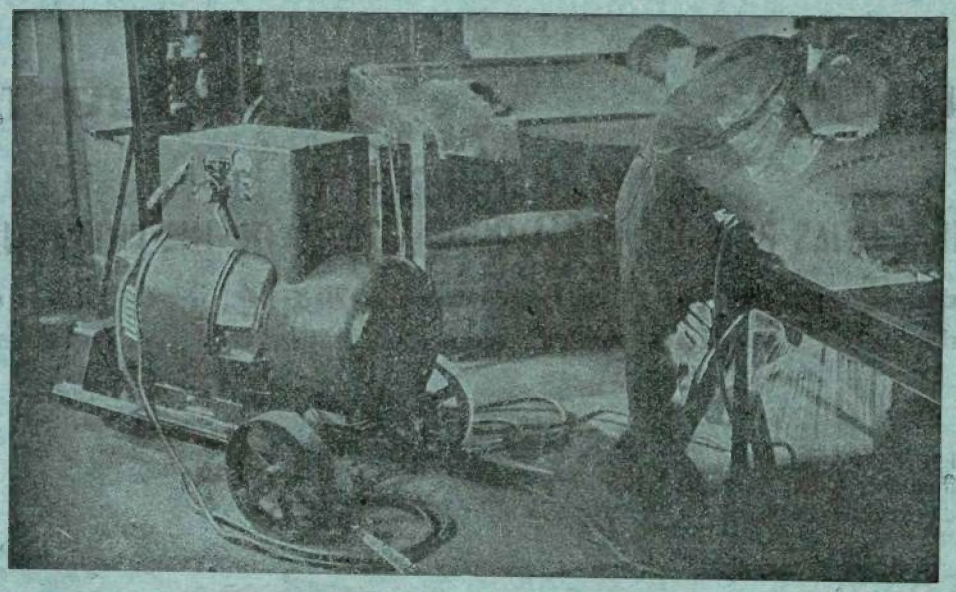
Representantes e Depositários

PIMENTEL & CASQUILHO, L.DA
R. EUGÉNIO DOS SANTOS, 75 TELEF. 2 4314/15 LISBOA

WILD
HEERBRUGG

GENERAL ELECTRIC

Schenectady, N. Y.



Instalação de soldadura eléctrica com grupo rotativo

Motores e dínamos. Alternadores. Transformadores. Aparelhos para alta e baixa tensão Centrais termo e hidroeléctricas. Instalações para melhorar o factor potência. Tracção eléctrica. Máquinas, Transformadores e Electrodos para soldadura eléctrica. Fornos eléctricos. Automotoras eléctricas e Diesel-Eléctricas. Turbinas de vapor. Aparelhos de iluminação. Instrumentos de medida. Condutores eléctricos. Electrificação de fábricas. Comandos eléctricos especiais para fábricas téxteis, fábricas de papel, etc. Máquinas frigoríficas. Emissores e receptores para T. S. F. Aparelhagem de Electro-Medicina. Instalações de Som.

GENERAL ELECTRIC

Portuguesa, S. A. R. L.

LISBOA

Rua do Norte, 5

Telef. 28135-28136

Fábrica Nacional de Condutores Eléctricos, L.da

VENDA NOVA — AMADORA

●

CONDUTORES ELÉCTRICOS

C E L

Fabricados pela indústria nacional segundo as Normas de segurança das instalações de Baixa Tensão

●

CONCESSIONÁRIOS GERAIS:

SODIL — Sociedade Distribuidora, L.da

R. NOVA DA TRINDADE, 15-C

LISBOA

TRAVA-SE UM COMBATE

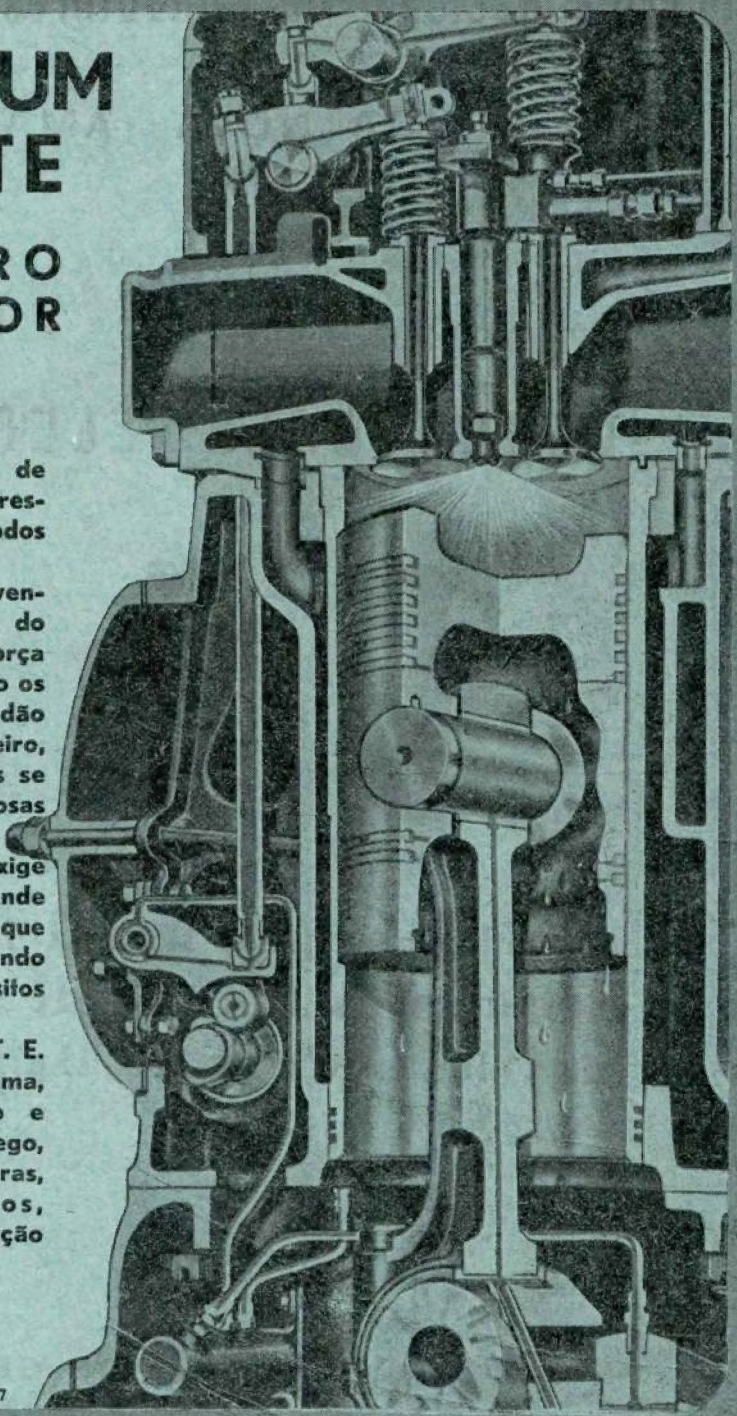
NO CILINDRO DESTE MOTOR DIESEL

É uma luta de vida ou de morte, em que o calor, a pressão e o oxigénio atacam todos juntos o óleo lubrificante.

Se as forças destrutivas vencerem, é V. Ex.ª, o dono do motor, quem perde. Perde força motriz desperdiçada, quando os segmentos se colam e dão fugas — perde tempo e dinheiro, quando cilindros e êmbolos se desgastam e requerem custosas reparações.

A sua defesa, portanto, exige não só lubrificantes de grande estabilidade, mas também que os produtos de alteração, quando os haja, não formem depósitos gomosos.

Os óleos Gargoyle D. T. E. são a solução deste problema, fruto de anos de estudo e ensaios. Com o seu emprego, mesmo em condições severas, obtem-se cilindros limpos, potência máxima e protecção total contra o desgaste.



2107

GARGOYLE
Lubrificantes
SOCONY-VACUUM

GARGOYLE

SOCONY-VACUUM OIL COMPANY, INC.

TÉCNICA

FERNANDO JÁCOME DE CASTRO
DIRECTOR

ANO XXIII - N.º 184 JUNHO 1948

A ORGÂNICA DAS AULAS PRÁTICAS DO INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

PELO ENG.º QUÍMICO-INDUSTRIAL LUÍS A. DE ALMEIDA ALVES
Assistente do I. S. T.

C. D. 378

Introdução

Em alguns artigos publicados na «Técnica», nos quais me tenho referido ao problema pedagógico do Instituto Superior Técnico, tive sempre a preocupação de não sair das linhas gerais das questões, porque não via interesse em tratar com detalhe problemas internos do Instituto.

A publicação de dois artigos sucessivos, «O Ensino de Engenharia numa Universidade Americana» e «Breves Notas sobre o Ensino no I. S. T.», de autoria, respectivamente, do engenheiro Vasco Costa e do director da «Técnica», veio trazer a público determinados pormenores da organização do Instituto, que têm levantado, pelo menos entre os alunos, os mais variados comentários, os quais, como é natural, reflectem, por vezes, a inexperiência de quem os emite. Parece útil, portanto, analisar, com mais detalhe, alguns dos pontos focados nesses artigos, a fim de esclarecer completamente, pequenas dúvidas que possam surgir. Um desses pontos, que se refere ao número de horas de aula por semana, vai constituir, precisamente, o assunto do estudo que se vai fazer, relacionando-o com a orgânica das aulas práticas do I. S. T.

*

No primeiro dos artigos citados, afirma-se o seguinte:

«Os alunos da Cornell apesar de não terem normalmente mais do que 20 horas de aula por semana, puxam mais por si e aprendem mais do que os alunos do I. S. T. Na nossa escola, os alunos chegam a ter mais de quarenta horas marcadas no horário!

«O tempo restante é utilizado pelo aluno da Cornell para estudar diàriamente as lições, resolver problemas passados na aula, preparar-se para exercícios escritos, tomar parte nas variadas actividades desportivas e, nos últimos anos do curso, colaborar em trabalhos de investigação.»

A transcrição anterior poderia, aparentemente, levar a esta conclusão simples e cómoda: Para que os alunos do I. S. T. puxem mais por si e aprendam mais, basta reduzir o número de horas de aula de 40 para 20. É claro que esta conclusão contém, em si, um erro grosseiro que se denuncia fàcilmente, citando outras passagens do mesmo artigo:

«Difìcilmente se poderia conseguir melhor ambiente para um ensino universitário.»

. . . . . .

«Dentro da cerca da Universidade ou nas suas imediações, mas sempre na sua dependência, encontram-se edifícios onde o aluno pode habitar, tomar as suas refeições, praticar todos os desportos, enviar telegramas, fazer pequenas compras, cobrar cheques, etc. O aluno apenas desce à cidade para se divertir ou efectuar compras de maior importância». Além disso, «os alunos procuram com frequência os professores nos seus gabinetes para lhes pedirem esclarecimentos sobre as lições».

Sob este aspecto, o I. S. T. é completamente diferente, porque os alunos vivem na cidade e apenas vão à escola para terem aulas, após as quais não têm ninguém que os auxilie nas suas dificuldades. Esta diferença nas condições de ambiente foi vista com toda a clareza pelo fundador do I. S. T., porque, como se diz no segundo artigo que foi referido, «quando em 1911 se fundou o Instituto, logo se estabeleceram horários macissos, com o fim de manter o aluno num ambiente de trabalho, capaz de o preparar para enfrentar as dificuldades da vida profissional. Admitiu-se, porém, como fundamental, que o aluno aprendia nas aulas teóricas e aplicava nas práticas os conhecimentos adquiridos. Assim, o seu trabalho fora da escola seria bastante leve».

Pode concluir-se, portanto, que o elevado número de horas semanais não foi criado com o objectivo de ensinar assuntos novos em todas, mas sim, com a finalidade de obrigar a estudar aqueles que tivessem sido ensinados em algumas delas; por outras palavras, pretendeu-se substituir o ambiente resultante da vida contínua dentro da escola, por aulas de estudo, em que se disciplinasse a tendência natural para estudar sem método, se facilitasse o estudo das lições teóricas e se criassem, inclusivamente, sentimentos de amizade à escola e de solidariedade entre os alunos (1).

Acontece, porém, que actualmente, o princípio fundamental que presidiu ao estabelecimento deste elevado número de horas foi esquecido, as aulas teóricas e práticas deixaram de andar coordenadas (2) e, por isso, estas últimas perderam a sua função de auxiliares das primeiras; nestas condições, as aulas práticas passaram a constituir mais um encargo para os alunos (3) e desapareceu, portanto, a razão justificativa da organização de «horários macissos», de que atrás se falou.

Do conjunto das considerações anteriores parece ser lícito concluir que os horários actuais não se justificam, mas que, por outro lado, não é a redução do número de horas de aula que vai resolver o problema; o que é preciso é que as aulas práticas cumpram a sua missão de aulas de estudo. Por isso, é absolutamente indispensável que elas sejam estabelecidas segundo normas rígidas, que se tentarão definir a seguir.

CAPÍTULO I

ORGÂNICA DAS AULAS PRÁTICAS

As aulas práticas só podem ser, evidentemente, de dois tipos — de problemas (ou projectos) e de manipulações — consoante o carácter das aulas teóricas correspondentes.

---

(1) Não confundindo evidentemente, solidariedade com falsa solidariedade, a qual se resume, pràticamente a copiar e a deixar copiar, nos exames.

(2) Há certas cadeiras, em que a teoria e a prática são assuntos independentes.

(3) São habituais as expressões «estudar para a prática» e «estudar para a teoria».

Quando estas introduzem noções novas que conduzam a fórmulas de aplicação prática, as aulas práticas serão, necessàriamente, de problemas; quando as aulas teóricas forem descritivas darão origem a práticas de manipulações que podem variar desde simples verificações até determinações de laboratório, mais ou menos complicadas.

Para estabelecer as normas de funcionamento das aulas práticas, pode partir-se aproximadamente das seguintes bases:

1.ª — Uma aula teórica de cálculos, com a duração de uma hora, leva meia hora a compreender (desde que haja quem tire as dúvidas) e hora e meia a concretizar com problemas.

2.ª — Uma aula teórica descritiva, também com a duração de uma hora, leva 20 minutos a assimilar (quando houver também quem tire dúvidas). As manipulações nelas descritas não precisarão, em geral, de ser todas verificadas e, portanto, a duração das aulas práticas será determinada para cada caso particular, de acordo com a importância dos assuntos e com o tempo disponível.

Estes dois pontos de partida, permitem, imediatamente, tirar a seguinte conclusão:

Uma aula teórica de cálculos de uma hora, exige, sempre, uma aula prática de problemas, de duas horas e, além disso, uma coordenação completa, entre a teoria e a prática; uma aula teórica descritiva exige também uma coordenação perfeita, mas a natureza dos trabalhos práticos e a sua duração podem variar de caso para caso.

Consideremos um dos casos mais desfavoráveis — 3 cadeiras teóricas de cálculos e 2 descritivas, com a distribuição habitual de 3 aulas teóricas de cada cadeira por semana, ou seja, um total de 15 aulas teóricas por semana.

Como, em geral, nos sábados, de tarde, não há aulas, e por outro lado, convém que os horários tenham uma certa regularidade, a única distribuição racional das cadeiras de cálculos, consiste em localizar as aulas teóricas nos dias pares da semana, das 9 às 10, das 10 às 11 e das 11 às 12 e as aulas práticas das 14 às 16, das 16 às 18, do mesmo dia e das 8 às 10, do dia seguinte.

As duas cadeiras descritivas teriam as aulas teóricas das 10 às 11 e das 11 às 12, dos dias ímpares da semana e as práticas reduzidas a um dia por semana, cada uma, das 14 às 18 de terça e de quinta feira ([1]).

O intervalo das 8 às 9 dos dias pares, podia ser dedicado a ginástica obrigatória.

Constituía-se, deste modo, um horário completamente preenchido das 8 da manhã às 6 da tarde, mas que permitiria aos alunos saírem das aulas, pràticamente, com as lições sabidas, desde que fossem respeitadas as normas de funcionamento das aulas práticas, como a seguir se indica.

a) *Orgânica das aulas de problemas*

1) Durante a primeira meia hora efectuar-se-ia o estudo ([2]), com o auxílio do assistente ([3]), da matéria teórica *desse dia* (ou da véspera, se a aula prática fosse de manhã).

([1]) Estes horários poderiam ser ligeiramente alterados por razões de ordem pedagógica.

([2]) Se se obrigar os alunos a irem para as aulas práticas com a teoria já sabida, a função de estudo das aulas práticas desaparece.

([3]) Pode objectar-se que um estudo feito nestas condições faz com que os alunos não adquiram o hábito de resolverem as dificuldades por si. A esta objecção, porém, há a dizer o seguinte:

1) O auxílio do assistente limita-se, naturalmente, a tirar dúvidas formais ou, quando muito, a aclarar alguns

2) Durante a restante hora e meia, resolver-se-iam alguns problemas (poucos) em que se aplicasse concretamente a teoria estudada, num ritmo que desse aos alunos tempo para pensarem, ritmo que seria determinado por quem fosse chamado a a resolvê-los. A cada assunto destinar-se-ia um único problema e o conjunto destes problemas constituiria uma colecção obrigatòriamente impressa, a fim de evitar que se ditassem problemas nas aulas

Além desta colecção de problemas, deveria haver outra mais variada, também obrigatòriamente impressa, independente da primeira, que serviria para os alunos resolverem a título de treino, na preparação para os pontos escritos.

Nestas colecções de problemas, seriam omitidas as «charadas», que têm uma acção nociva no ensino, porque criam o hábito de *adivinhar* e não de *pensar*.

Como, por outro lado, há interesse, em *obter resultados* e não só em *saber como se faz*, haveria vantagem em imprimir, também, parte dos cálculos, quando estes fossem muito longos, a fim de evitar que os alunos se desinteressassem dos problemas, por *darem muito trabalho*.

Como consequência desta orientação, que seria rìgidamente vigiada pelo professor, haveria, periòdicamente, pontos escritos, em que *não seria permitida, como até agora, a consulta de quaisquer livros ou apontamentos;* apenas se permitiria a utilização de um formulário, aliás publicado pelo assistente.

b) *Orgânica das aulas de manipulações*

Como, neste caso, cada aula prática, corresponderia a 3 teóricas, as aulas seriam organizadas da seguinte maneira:

1) Na primeira hora, estudar-se-ia, com o auxílio do assistente, a matéria das 3 aulas teóricas anteriores.

2) O tempo restante seria dedicado a manipulações com os seguintes objectivos:

I) Verificar na prática, os ensinamentos teóricos.

II) Treinar a habilidade manual.

III) Criar o hábito de obter resultados e fazer medições com exactidão.

IV) Habituar a aproveitar bem o tempo, fazendo um plano dos trabalhos a executar, de modo a chegar ao fim no tempo previsto e, inclusivamente, poder fazer vários trabalhos ao mesmo tempo.

Cada trabalho seria classificado, pela maneira como tivesse sido conduzido e pela precisão dos resultados.

---

conceitos básicos, de modo a tornar o texto da aula teórica completamente compreensível. Não há vantagem nenhuma em que os alunos resolvam essas dificuldades por si próprios, não só porque isso se traduz num trabalho de baixo rendimento, mas também, e principalmente, porque as dúvidas importantes só surgem à medida que os assuntos começam a ser estudados com mais detalhe e essas é que só ficam completamente esclarecidas pelo esforço pessoal de cada um.

2) O tempo perdido com as dúvidas formais ou com a compreensão dos conceitos faz com que, muitas vezes, os alunos não cheguem a ter uma noção exacta das verdadeiras dificuldades dos assuntos que estudam.

3) Quanto maior for o auxílio prestado aos alunos, maior será a cultura técnica que eles poderão atingir com o mesmo trabalho. O problema das escolas não consiste em conseguir que os alunos trabalhem pouco, mas sim em aumentar o rendimento do seu trabalho.

*

Esta orgânica das aulas práticas é dificultada por quatro imposições fundamentais:

1.ª) Obriga os assistentes a terem um conhecimento sólido da teoria.

2.ª) Obriga a que no fim de todas as semanas, os professores e os respectivos assistentes, façam um plano de trabalhos para a semana seguinte.

3.ª) Obriga a pequenas alterações em certas cadeiras como, por exemplo, a de Física. Com efeito, como a Física é uma cadeira de cálculos, a cada hora teórica devem corresponder duas horas de prática de problemas; mas, por outro lado, há também interesse em que se realizem aulas práticas de manipulações. Acontece, porém, que o grau de complexidade que a Física, *necessàriamente,* tem de ter, faz com que seja mais importante a prática de problemas e, por isso, as manipulações têm de ser suprimidas, como prática da cadeira de Física. Mas, atendendo a que as aulas práticas de manipulações não devem deixar de existir, a solução consistiria, talvez, em criar uma cadeira independente (Manipulações de Física), com aulas teóricas e práticas.

4.ª) Obriga a que os alunos não faltem às aulas e isso só é possível desde que *não haja exames simultâneamente com elas.* Para isso, é preciso haver um período destinado exclusivamente a exames, o qual deve ser suficientemente longo, a fim de que os alunos possam ter, pelo menos 8 dias, destinados exclusivamente a cada um (1). Nestas condições, seriam precisos 40 dias para efectuar os exames.

O problema resolver-se-ia, muito fàcilmente, desde que o ano lectivo fosse dividido em 2 semestres, com 40 aulas teóricas cada um, por cadeira: o primeiro de 1 de Outubro a 20 de Janeiro e o segundo de 1 de Março a 20 de Junho. Os exames do primeiro semestre efectuar-se-iam desde 20 de Janeiro a 1 de Março (2) e os do segundo de 20 de Junho a 31 de Julho.

Os exames teriam o carácter de exames finais, em cada semestre e, portanto, no dia 31 de Julho terminavam *todos* os exames referentes a esse ano lectivo.

CAPÍTULO II

INFLUÊNCIA DO RENDIMENTO DAS AULAS, NO ENSINO DA ENGENHARIA

No capítulo anterior, tratou-se do problema das aulas práticas, analisando-as nos pormenores do seu funcionamento. Parece, talvez, exagerada, a minúcia com que o assunto foi estudado; no entanto, não se pode esquecer que é do rendimento das aulas práticas que depende o rendimento do ensino e se este não for elevado não é possível conciliar a profunda especialização exigida pela Engenharia moderna, com uma sólida cultura técnica geral.

Com efeito, em traços largos, pode dizer-se que a Engenharia moderna se apoia em quatro pilares, que constituem, portanto, o denominador comum de todas as suas especializações: Resistência de Materiais, Dinâmica dos Fluidos, Teoria do Calor e das Máquinas Térmicas, e Teoria da Electricidade e das Máquinas Eléctricas. Cada um destes assuntos baseia-se numa série de fundamentos matemáticos e físicos que a seguir se indicam esquemàticamente:

---

(1) Mesmo que os alunos consigam acompanhar a matéria diàriamente, precisam destes períodos destinados exclusivamente a cada assunto, a fim de poderem reflectir com segurança, sobre cada um em particular.

(2) O facto das férias do Carnaval estarem incluídas no período de exames, pode alterar a sua distribuição dentro desse período.

Resistência de Materiais

Estática dos sólidos — Sistemas de vectores axiais.

Centros de gravidade e momentos de inércia — Integrais múltiplos, de superfície e curvilíneos.

Elipsóides de inércia e elipses de inércia — Quádricas e cónicas.

Elasticidade: Tensores, equações integrais, cálculo das variações, equações diferenciais ordinárias.

Estática gráfica — Polígonos funiculares.

Dinâmica dos Fluidos

Movimento de fluidos — Cálculo vectorial diferencial e integral.

Equações de estado — Equações dos gases perfeitos e de Van der Walls — Teoria cinética dos gases — Cálculo de Probabilidades.

Perdas de carga: Atrito, equações diferenciais ordinárias, equações às derivadas parciais de segunda ordem.

Resistência de um fluido ao movimento de um sólido — Problemas de contorno — Funções analíticas — Complexos.

Teoria do Calor e das Máquinas Térmicas

Mecanismos — Movimentos cicloidais — Cinemática dos sólidos.

Termodinâmica de gases e vapores — Integrais múltiplos, diferenciais totais.

Transmissão de calor por condução — Equações às derivadas parciais de segunda ordem (equação do calor) — Séries de Fourier — Cálculo operacional.

Transmissão de calor por convecção — Números de Reynolds e de Prandtl — Análise dimensional.

Órgãos de máquinas: Dinâmica dos Sólidos com um eixo fixo, curvas funiculares.

Teoria da Electricidade e das Máquinas Eléctricas

Campo electrostático e magnetostático — Cálculo vectorial diferencial e integral — Integrais múltiplos.

Campo electromagnético — Equações diferenciais ordinárias, complexos.

Ondas electromagnéticas — Equações às derivadas parciais de segunda ordem (equação de Monge).

Harmónicas — Séries de Fourier.

Tensões e flechas nos cabos aéreos — Catenária — Curvas funiculares.

Da simples análise da estrutura destes quatro conhecimentos básicos se conclui que os seus fundamentos matemáticos e físicos atingem uma complexidade relativamente grande, para quem não pretende formar-se em Matemática ou em Física:

Tensores, equações integrais, cálculo das variações, equações às derivadas parciais de segunda ordem, séries de Fourier, cálculo operacional, funções analíticas e ondas electromagnéticas.

Todos estes assuntos precisam de ser conhecidos, com um grau de profundidade suficiente que permita aplicá-los directamente sem o que não fazem sentido num curso de Engenharia[1]; mas para conseguir este objectivo, qualquer deles exige uma preparação

---

[1] Emite-se, por vezes, a opinião de que os preparatórios de Matemática e Física são de «ginástica» intelectual. Este conceito é incompatível com o desenvolvimento actual da Engenharia.

matemática prévia bastante extensa, que, naturalmente, será demorada, atendendo ao desenvolvimento que é preciso dar-lhe quer sob o ponto de vista teórico, quer, em especial, na parte referente às aplicações práticas [1].

Por outro lado, a Engenharia exige que se dedique à especialização, o maior número possível de anos de estudo; por isso, torna-se indispensável que os assuntos básicos e os seus preparatórios matemáticos e físicos se ensinem dentro do mais curto espaço de tempo.

O problema da estruturação de um curso de Engenharia, fica portanto, reduzido a três pontos simples:

1) Desenvolver a especialização, tanto quanto possível.
2) Reduzir ao mínimo, em tempo, a parte preparatória (incluindo os assuntos básicos).
3) Dar a esta um desenvolvimento e uma concretização que a tornem completamente aplicável aos problemas técnicos.

Da conjugação destes três imperativos resulta, imediatamente, esta conclusão:

A parte preparatória de um curso de Engenharia tem de ser estabelecida de modo a reduzir em quantidade os assuntos tratados, com o objectivo de lhes poder dar o desenvolvimento exigido pelas aplicações técnicas actuais.

Quando o Instituto Superior Técnico foi fundado, há cerca de 40 anos, considerou-se como condição fundamental, a existência de preparatórios especiais, atendendo ao grau de especialização que a Engenharia então tinha.

Actualmente, esse grau de especialização tem aumentado ràpidamente e, por isso, os preparatórios do I. S. T. estão, em certos pontos, desactualizados. Por isso, impõe-se uma remodelação de programas, *no sentido de uma maior selecção dos assuntos da parte preparatória, reduzindo-os em quantidade e aumentando o desenvolvimento de cada um, e ao mesmo tempo, de uma modernização das cadeiras da especialidade, que, porventura, não estejam completamente actualizadas.* Mas é evidente que uma reforma deste género exige que se satisfaçam rigorosamente determinadas condições:

1.ª) Essa reforma só poderá ser feita por engenheiros que tenham noções precisas sobre as necessidades teóricas da Engenharia moderna.
2.ª) Os cursos de Engenharia têm de ser organizados com a preocupação de uma unidade de conjunto, pelo que se exige uma colaboração estreita [2] de todos os professores quer da parte preparatória quer da especialização [3].
3.ª) Tem de haver a convicção de que qualquer cadeira, por muito bem ensinada que seja, só tem interesse se se integrar dentro da orientação geral do curso.
4.ª) Qualquer reforma que se faça deve ser cuidadosamente estudada, nos mais pequenos pormenores, a fim de não correr o risco de ser puramente formal.

---

(1) Não interessa, neste momento, transcrever aqui, a estruturação *em pormenor*, das cadeiras matemáticas e físicas que fazem parte do «Esboço para uma Possível Reorganização do Curso de Engenharia Química do I. S. T.» que tive de fazer, há pouco tempo. Basta notar que a Matemática e a Física são constituídas por semestres de 40 horas teóricas e 80 práticas, cada um, sendo o curso total de Matemática constituído por 5 semestres e o de Física por 3, excepto no curso de Química, em que há necessidade de 4 semestres de Física.

(2) Só com esta colaboração estreita é possível que os programas sejam «revistos todos os anos, a fim de manter os cursos a par das necessidades reveladas com o rodar do tempo» (do artigo citado do engenheiro Vasco Costa).

(3) A colaboração é actualmente bastante difícil porque há muitas cadeiras regidas por assistentes, os quais não fazem parte do Conselho Escolar.

5.ª) Devem ser cumpridas rigorosamente as normas que se estabelecerem para o funcionamento das aulas práticas[1].

Estas condições são absolutamente *necessárias,* para reorganizar os cursos de Engenharia em Portugal, a fim de ser possível, entrando em linha de conta com as diferenças específicas, conseguir um nível de ensino técnico comparável ao das escolas estrangeiras. Da análise conjunta destas condições se infere a necessidade de uma unidade de Direcção e de Orientação quer para os preparatórios quer para a especialização. Esta unidade é mais fácil de conseguir se todas as cadeiras forem ensinadas na mesma escola; mas, se houver vantagem, por qualquer motivo, em que a parte preparatória seja ensinada numa Faculdade de Ciências e a especialização numa Escola de Engenharia, não há razão nenhuma que se oponha a esta subdivisão dos cursos. Parece-me, no entanto, que esta solução é mais complicada porque obrigaria as Faculdades de Ciências a terem preparatórios especiais destinados às Escolas de Engenharia (quer sob o ponto de vista teórico, quer sob o ponto de vista prático), e a terem de os alterar, todos os anos, de acordo com a orientação geral que fosse adoptada na parte especializada dos cursos. No entanto, a escolha do critério a adoptar é fundamentalmente um problema económico, considerado sob o duplo aspecto do dinheiro gasto em qualquer das soluções e, principalmente, *do rendimento dos engenheiros formados, na economia nacional.*

---

[1] O modo como os raciocínios foram conduzidos e a maneira absoluta como se estabeleceram certas condições e pontos de partida, parece dar a impressão de que eu considero a minha opinião como sendo aquela que corresponde à realidade. Admito, perfeitamente, que ela possa estar errada em muitos pontos, mas a convicção que tenho de tudo aquilo que afirmo provém da experiência adquirida quer nas aulas quer na vida prática. Com efeito, conheço bastante bem o ambiente das cadeiras matemáticas porque fui assistente de Matemáticas Gerais (1 ano), de Cálculo Integral (meio ano) e de Mecânica Racional (1 anos e meio); por outro lado, conheço também, as necessidades da Indústria moderna (5 anos de vida industrial) e, finalmente, tenho estudado bastante o problema das relações entre o ensino e a Indústria, quer durante a assistência de Mecânica Racional quer desde que comecei a reger a cadeira de Química Tecnológica (1947-48).

Sociedades Reunidas de Fabricações Metálicas, Ld.ª

CONSTRUÇÕES METÁLICAS

Uma das 2 comportas de segmentos fabricadas para a Sociedade Portuguesa Neyret-Beylier & Piccard-Pictet, Ld.ª, e destinada ao descarregador de cheias da barragem de Santa Luzia da Companhia Eléctrica das Beiras

FÁBRICAS DA VENDA NOVA

Rua Vice-Almirante João António de Azevedo Coutinho

AMADORA

Telefone: VENDA NOVA 48

AUTOMÁTICA ELÉCTRICA PORTUGUESA

S. A. R. L.

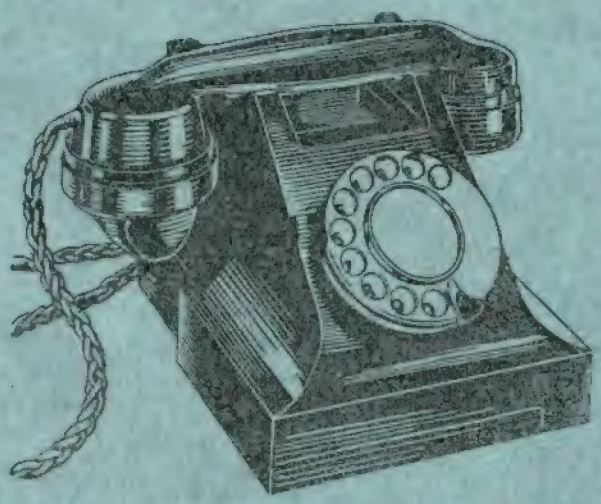
Séde — RUA ANTÓNIO MARIA CARDOSO, 60
Fábrica — RUA DO TELHAL AOS OLIVAIS } LISBOA

A primeira Fábrica de Telefones em Portugal

Fornecedores: Da *Administração Geral dos Correios, Telégrafos e Telefones:* para a automatização do sistema telefónico do País.

Do *Ministério das Colónias:* para a automatização do sistema telefónico das cidades de Luanda, Lourenço Marques, e Beira.

Da *Companhia dos Telefones:* para todo o sistema telefónico das cidades de Lisboa e Porto.



Desde 1947 que os aparelhos telefónicos adquiridos pela Administração Geral dos Correios, Telégrafos e Telefones e pela The Anglo Portuguese Telephone Cº, Ltd., são fabricados em Portugal na FÁBRICA da AUTOMÁTICA ELÉCTRICA e por mão de obra inteiramente Portuguesa.

associada da

AUTOMATIC TELEPHONE & ELECTRIC Cº LTD.

LONDRES **LIVERPOOL**

Presión ejercida por las ondas sonoras sobre una pared perfectamente reflectora

POR JULIO PALACIOS

Director del Centro de Estudios de Física
de la Facultad de Ciencias de Lisboa

C. D. 534

Ao inserir nas suas colunas, pela primeira vez, um artigo do distinto Prof. de Física Dr. Julio Palacios, a «Técnica» aproveita a oportunidade para manifestar-lhe o quanto isso a honra e apresentar-lhe os seus sinceros agradecimentos pela colaboração que S. Ex.ª promete num futuro próximo.

Según la teoría elemental de la propagación del movimiento ondulatorio, la presión en un punto culquiera del capo de un sistema de ondas estacionarias debiera experimentar fluctuaciones simétricas respecto de la presión, p_0, existente en el medio no perturbado, y el valor medio de la sobrepresión debiera ser nulo. Sin embargo, la experiencia demuestra que no es así, sino que al producirse ondas estacionarias por la reflexión del sonido, experimenta la superficie reflectora una presión proporcional a la intensidad sonora. El fenómeno tiene gran importancia porque sirve de fundamento a gran número de aparatos utilizados en medidas fonotécnicas.

El cálculo teórico de dicha sobrepresión presenta grandes dificultades. Por consideraciones dimensionales puede afirmarse que ha de ser proporcional al valor medio de la densidad de energía, E, que poseen las ondas en la inmediata proximidad de la pared:

$$\overline{p - p_0} = C\,\overline{E},$$

dende C es una magnitud de dimensiones nulas.

Larmor dedujo que debía ser $C = 1$, pero Lord Rayleigh y Lamb (1) obtuvieron el valor $(1 + k)/2$, donde k es el índice adiabático o relación entre los calores específicos a presión constante y a volumen constante del gas en que se propagan en las ondas.

El siguiente razonamiento, que tiene la ventaja de la sencillez, conduce al valor $C = k$, que por ser siempre $k > 1$, es algo mayor que el hallado por Lord Rayleigh.

Como junto a la pared hay un nodo para las velocidades de las partículas, no habrá movimientos de conjunto, y toda la energía del movimiento ondulatorio será de la misma índole que la que en Termodinámica se denomina energía interna. Si se trata de un gas perfecto habrá de ser:

$$\overline{E} = c_v \rho_0 \overline{\Delta T},$$

donde c_v es el calor específico isostérico, y $\overline{\Delta T}$ el exceso medio de temperatura. En consecuencia, la temperatura en los puntos

(1) *Phil. Mag.* X, p. 364, 1905. Véase también R. H. Weber y R. Gans, Repertorium der Physik, I. Zeubner, 1915.

próximos a la pared excederá de la existente en el medio no perturbado en:

$$\overline{\Delta T} = \frac{\overline{E}}{c_v \rho_o} \qquad (1)$$

Este exceso de temperatura originará una sobrepresión que, si los procesos son adiabáticos, se calculará con la fórmula:

$$\frac{p}{p_o} = \left(\frac{T}{T_o}\right)^{\frac{k}{k-1}}$$

de la que, limitándonos a los términos de primer orden en $\overline{\Delta T} = \overline{T} - T_o$ se deduce:

$$\overline{\Delta p} = \frac{k}{k-1} \frac{p_o}{T_o} \overline{\Delta T} \qquad (2)$$

La eliminación de $\overline{\Delta T}$ entre (1) y (2) conduce a:

$$\overline{\Delta p} = \frac{k}{k-1} \frac{p_o}{T_o} \frac{\overline{E}}{c_v \rho_o}$$

y como:

$$\frac{p_o}{c_v T_o \rho_o} = \frac{R_I}{c_v} = \frac{c_p - c_v}{c_v} = k - 1 ,$$

resulta em definitiva

$$\overline{\Delta p} = k \overline{E} .$$

Para la comprobación cuantitativa de las precedentes conclusiones teóricas no hay más que las medidas de Zernov [1], que coinciden bastante bien con la fórmula de Lord Rayleigh y Lamb, pero que no permiten decidir si ha de ser $C = (1 + k)/2$, o bien $C = k$.

[1] Ann, d. Phys. XI, p. 405, 1903; XXIII, p. 267, 1907

TOPOGRAFIA GERAL

PELO ENGENHEIRO

CARVALHO XEREZ

EXTRACÇÃO

PELO ENG. QUÍMICO-INDUSTRIAL LUÍS A. DE ALMEIDA ALVES
Assistente do I. S. T.

C. D. 66

Introdução

De um modo geral, a Extracção consiste em separar os constituintes de uma mistura, pondo esta em contacto com um líquido que dissolva alguns desses constituintes. A quantidade dissolvida é função, lògicamente, da quantidade de dissolvente empregada e do tempo de contacto; o problema consiste, portanto, em estabelecer o mecanismo da dissolução, de modo a poder determinar essa função. A partir deste estudo, é possível determinar as dimensões da aparelhagem a utilizar.

CAPITULO I

DISSOLUÇÃO DE UMA SUBSTÂNCIA DEFINIDA, COMPLETAMENTE SOLÚVEL

a) *Generalidades*

Neste caso, não se trata, naturalmente, de uma mistura, visto que há um único constituinte; mas há vantagem em fazer o estudo, visto que, assim, se torna mais fácil a consideração do problema geral.

Consideremos, em presença, uma fase líquida B e outra fase A que pode ser sólida, líquida ou gasosa e que é solúvel na primeira. Normalmente, estas duas fases não estarão em equilíbrio e, portanto, a primeira dissolverá a segunda até se atingir o equilíbrio que corresponde à coexistência da fase A com uma solução saturada de A em B.

Sejam então as duas fases em presença e seja d S a superfície de separação (fig. 1). Nesta superfície, forma-se uma solução saturada de A em B a que corresponde a concentração c_0 de dimensões $[M\,L^{-3}]$. Esta solução saturada, em presença da fase B inicial, na qual a concentração de A é zero, vai-se distribuindo através de B, dando uma solução de concentração c, variável de ponto para ponto, que vai

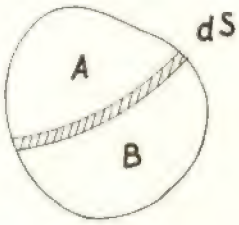


Fig. 1

aumentando até atingir o valor c_0 em todos os pontos [1].

A distribuição da solução saturada que se vai formando, através do dissolvente, pode obter-se por dois processos:

1) Com o dissolvente em repouso.

2) Por meio de agitação do dissolvente.

No primeiro processo, a distribuição faz-se pelo movimento das moléculas que se vão dissolvendo, através das moléculas do dissolvente; no segundo, esse movimento é facilitado pelas linhas de corrente originadas na agitação. O primeiro caso corresponde ao fenómeno de *difusão* e o segundo ao de *convecção*.

É evidente que a quantidade Q que se distribui pela massa do dissolvente, na unidade de tempo, é tanto maior quanto

---

[1] Se a fase A for em quantidade inferior à que corresponde à saturação forma-se, evidentemente, uma única fase constituída por uma solução de A em B com uma concentração $c_f < c_0$.

maiores forem a diferença de concentrações c_0 e c e a superfície d S. Mostra a experiência que, em relação a qualquer das duas variáveis (c_0-c) e d S, a proporcionalidade é directa e, portanto,

$$\frac{dQ}{dt} = h\,(c_0 - c)\,dS\ ,$$

sendo d S a superfície perpendicular à direcção de progressão das moléculas dissolvidas e h um coeficiente a que podemos chamar coeficiente de progressão [1], cujas dimensões são

$$[h] = \frac{[M\,T^{-1}]}{[M\,L^{-3}]\,.\,[L^2]} = [L\,T^{-1}]\ ,$$

o que mostra que h tem as dimensões de uma velocidade.

b) *Valor de h*

Quando a progressão das moléculas dissolvidas se faz por convecção, a concentração c, em cada instante, é a mesma em todos os pontos da solução se a agitação for suficiente, mas, por outro lado, a concentração na superfície de separação é, como vimos, igual a c_0. Pode concluir-se, portanto, que na superfície de separação, há uma camada que não é influenciada pela agitação. Na realidade, na superfície de separação, existe um film [2] de solução que está em repouso, ou quando muito, tem um movimento viscoso, paralelo à superfície d S. A espessura do film será tanto menor quanto mais intensa for a agitação; mas, qualquer que seja a sua espessura, a progressão, através dele, faz-se sempre por difusão e, portanto, o problema da dissolução fica reduzido a dois pontos:

1) Estudo da difusão em geral.
2) Estudo da difusão através de um film.

c) *Estudo da difusão*

1 — *Lei geral da difusão*

No caso que tem sido considerado, dá-se a difusão da solução que se vai formando, através de um dissolvente estacionário. O fenómeno mais geral, no entanto, implica a difusão dos dois constituintes, entre si, em quantidades iguais e, neste caso, a quantidade de substância que se difunde na unidade de tempo, é determinada pela lei de Fick cuja expressão é a seguinte:

$$\frac{dQ}{dt} = -\,D\,\frac{dc}{dx}\,dS\ ,$$

tendo Q, c e d S os significados anteriores e sendo d x a distância medida na direcção perpendicular a d S e D o coeficiente de difusão de dimensões

$$[D] = \frac{[M\,T^{-1}]\,.\,[L]}{[M\,L^{-3}]\,.\,[L^2]} = [L^2\,T^{-1}]$$

O valor de D é função das concentrações da substância a dissolver e do dissolvente.

Com efeito, o valor de $\frac{dc}{dx}$ pode exprimir-se pela equação de Maxwell,

$$\frac{dc}{dx} = -\,\beta\,c\,c_d\,(U - U_d)\ ,$$

em que β é uma constante, c e c_d as concentrações da substância a dissolver e do dissolvente e U e U_d as respectivas velocidades.

Como as quantidades que se difundem são iguais e as velocidades de difusão têm sinais contrários, ter-se-á

$$\frac{dQ}{dt} = U\,c\,d\,S = -\,U_d\,c_d\,d\,S$$

Portanto,

$$\frac{dc}{dx} = -\,\beta\,(c_d\,U\,c - c\,U_d\,c_d) =$$

$$= -\,\frac{\beta}{d\,S}\,(c_d + c)\,\frac{dQ}{dt}\ ,$$

---

(1) Esta designação é usada por não haver, em português, designação oficial.

(2) Usa-se film de preferência a película, por ser a designação utilizada correntemente.

ou

$$\frac{dQ}{dt} = -\frac{1}{\beta\,(c_d + c)} \cdot \frac{dc}{dx}\, d\,S$$

Finalmente, ter-se-á,

$$D = \frac{1}{\beta\,(c_d + c)}$$

2 — *Valores de D*

Sendo a difusão um movimento molecular, é natural que o seu valor seja função dos volumes moleculares e dos pesos moleculares. Por considerações de cinética das moléculas, obtém-se uma expressão da forma seguinte (1):

$$D = \frac{B\sqrt{\frac{1}{M_1} + \frac{1}{M_2}}}{\left(\sqrt[3]{V_1} + \sqrt[3]{V_2}\right)^2 \sqrt{\mu_2}}\,,$$

em que B é uma constante, M a massa molecular, V o volume molecular à temperatura de ebulição, e μ a viscosidade. (Os índices 1 e 2 referem-se, respectivamente, à substância a dissolver e ao dissolvente). Se μ_2 for expresso em centipoises e D em $cm^2\ seg^{-1}$, a constante B tem um valor aproximado de $B \sim 0{,}01$ (2).

Esta fórmula tem de ser alterada, muitas vezes, introduzindo-lhe factores correctivos, visto que os resultados obtidos pela sua aplicação, diferem, em certos casos, dos valores experimentais. Sempre que possível, portanto, é preferível utilizar os valores dados em tabelas.

A título de exemplo, dão-se alguns valores de D no quadro I.

QUADRO I

Substância a dissolver	Dissolvente	Temperatura em graus C.	D em $cm^2\ seg^{-1}$
CO^2	Água	20	$1{,}80 \times 10^{-5}$
H^2	Água	16	$1{,}70 \times 10^{-5}$
NH^3	Água	12	$1{,}60 \times 10^{-5}$
Clorofórmio	Benzeno	20	$2{,}11 \times 10^{-5}$
Éter	Metanol	20	$2{,}00 \times 10^{-5}$
Glicerol	Etanol	20	$0{,}52 \times 10^{-5}$
Iodo	Água	20	$0{,}96 \times 10^{-5}$
Ureia	Água	20	$1{,}27 \times 10^{-5}$
Acetamida	Etanol	20	$0{,}67 \times 10^{-5}$

3 — *Dissolvente estacionário*

Se o dissolvente é estacionário, o valor

(1) É evidente que não tem interesse, para o artigo, a dedução desta expressão.

(2) Consideremos, por exemplo, o cálculo do coeficiente de difusão do éter no benzeno.

Será,

$$M_1 = 74\,,\ M_2 = 78\,;\ \sqrt{\frac{1}{M_1} + \frac{1}{M_2}} =$$

$$= 10^{-1}\sqrt{1{,}35 + 1{,}28} = 0{,}162$$

$$V_1 = \frac{M_1}{d_1}\ ;\ V_2 = \frac{M_2}{d_2}\,,$$

sendo d_1 e d_2 as densidades no ponto de ebulição.

Representando por t_e a temperatura de ebulição, por t a temperatura a que a densidade é conhecida e por d e d_t as densidades a essas temperaturas será, como se sabe,

$$d = \frac{d_o}{1 + a\,t_e + b\,t_e^2 + c\,t_e^3}$$

e

$$d_t = \frac{d_o}{1 + a\,t + b\,t^2 + c\,t^3}\,,$$

sendo d_o a densidade a 0 graus centígrados.

Ter-se-á, portanto

$$d = \frac{d_t\,(1 + a\,t + b\,t^2 + c\,t^3)}{1 + a\,t_e + b\,t_e^2 + c\,t_e^3}$$

No caso do éter, tem-se

$$t_e = 34{,}6^\circ\,;\ t = 25^\circ\,;\ d_t = 0{,}708\,;\ a = 1{,}51324 \times 10^{-3}$$
$$b = 2{,}35918 \times 10^{-6}\,;\ c = 1{,}00522 \times 10^{-8}\,.$$

Portanto,

$$d_1 = \frac{0{,}708 \times 1{,}0409}{1{,}05682} = 0{,}697$$

e

$$V_1 = \frac{74}{0{,}697} = 107\ .$$

No caso do benzeno, será,

$$t = 20^\circ\,;\ t_e = 80{,}1^\circ\,;\ d_t = 0{,}879\,;$$
$$a = 1{,}17626 \times 10^{-3}\,;\ b = 1{,}27755 \times 10^{-6}\,;$$
$$c = 0{,}80648 \times 10^{-8}\ .$$

Portanto

$$d_2 = \frac{0{,}879 \times 1{,}02407}{1{,}1065} = 0{,}815$$

de U_d da equação de Maxwell é nulo e, portanto,

$$\frac{dc}{dx} = -\beta\, c\, c_d\, U$$

e

$$\frac{dQ}{dt} = -\frac{1}{\beta\, c_d}\,\frac{dc}{dx}\, dS$$

Mas,

$$\beta = \frac{1}{D\,(c_d + c)}\,,$$

logo

$$\frac{dQ}{dt} = -D\,\frac{c_d + c}{c_d}\,\frac{dc}{dx}\, dS\,,$$

que é a equação geral da difusão de uma substância através de um dissolvente estacionário.

4 — *Integração da equação da difusão*

I — *Caso geral*

Diferenciando a equação de Fick, ter-se-á

$$d\left(\frac{dQ}{dt}\right) = -D\, d\left(\frac{dc}{dx}\right) dS$$

Mas $dQ = c\, dv$, sendo dv o elemento de volume; por outro lado, admitindo que c é também função do tempo, será

$$d\left(\frac{c\, dv}{dt}\right) = -D\,\frac{\partial^2 c}{\partial x^2}\, dx\, dS\,.$$

Como, $dx\, dS = dv$, dividindo ambos os membros por dv, ter-se-á, finalmente

$$\frac{\partial c}{\partial t} = -D\,\frac{\partial^2 c}{\partial x^2}$$

---

e

$$V_2 = \frac{78}{0{,}815} = 96$$

Entrando com estes valores, será

$$\left(\sqrt[3]{V_1} + \sqrt[3]{V_2}\right)^2 = \left(4{,}75 + 4{,}58\right)^2 = 87{,}2$$

Por outro lado, $\mu_2 = 0{,}617$ centipoises a 20°. Finalmente,

$$D = \frac{0{,}01 \times 0{,}162}{87{,}2 \times 0{,}801} = 2{,}3 \times 10^{-5}\ \text{cm}^2\ \text{seg}^{-1}$$

O valor experimental é

$$D = 2{,}21 \times 10^{-5}\ \text{cm}^2\ \text{seg.}^{-1}$$

Esta equação é, como se sabe(1), a equação do calor que tem este nome, por ter aparecido, pela primeira vez, no estudo da condução de calor (2).

O integral desta equação é, como se sabe (3)

$$c = f(t) + \frac{x^2}{2!\,D}\, f'(t) + \frac{x^4}{4!\,D^2}\, f''(t) + \ldots + \frac{x}{\sqrt{D}}\, F(t) + \frac{x^3}{3!\sqrt{D^3}}\, F'(t) + \ldots$$

Portanto

$$\frac{\partial c}{\partial x} = \frac{x}{D}\, f'(t) + \frac{x^3}{3!\,D^2}\, f''(t) + \ldots + \frac{1}{\sqrt{D}}\, F(t) + \frac{x^2}{2!\sqrt{D^3}}\, F'(t) + \ldots$$

As funções f(t) e F(t) terão de ser determinadas em cada caso particular. No entanto, esta integração geral só tem interesse no caso do calor, visto que no caso da dissolução, se considera, em geral, o fenómeno como permanente e, portanto, $\frac{\partial c}{\partial t} = 0$. Nestas condições,

$$\frac{\partial^2 c}{\partial x^2} = \frac{d^2 c}{dx^2} = 0\,,\quad \frac{dc}{dx} = K \ \text{e}\ c = Kx + K_1$$

Para $x = 0$, $c = c_o$ e portanto $K_1 = c_o$ e

$$K = \frac{c - c_o}{x}$$

A lei de Fick será então,

$$\frac{dQ}{dt} = -D\,\frac{dc}{dx}\, dS = -D\,K\, dS = D\,\frac{c_o - c}{x}\, dS$$

---

(1) Mecânica Racional — Equações às derivadas parciais de 2.ª ordem.

(2) A condução de calor é regida, como veremos, por uma lei análoga à de Fick, (lei de Fourier), substituindo o coeficiente de difusão D pelo coeficiente de condução k e a concentração c pela temperatura θ. Sendo assim, a quantidade de calor Q transportada por condução na unidade de tempo, será

$$\frac{dQ}{dt} = k\,\frac{d\theta}{dx}\, dS$$

(3) Mecânica Racional — Equação do calor.

II — *Caso do dissolvente estacionário*

Neste caso será, naturalmente

$$\frac{dQ}{dt} = D \cdot \frac{c_d + c}{c_d} \cdot \frac{c_o - c}{x} \, dS \, ,$$

desde que $\frac{c_d + c}{c_d}$ seja constante.

Na prática, em geral, não é legítimo considerar esta fracção como constante, embora $c_d + c$ seja sensìvelmente constante. Nestas condições a expressão de $\frac{dQ}{dt}$ tem de ser considerada como diferencial, isto é,

$$d\left(\frac{dQ}{dt}\right) = - D \frac{c + c_d}{c_d} \frac{dc}{dx} \, dS$$

e

$$\frac{dQ}{dt} = - \frac{D}{dx} (c_d + c) \, dS \int \frac{dc}{c_d}$$

Mas $c = (c + c_d) - c_d$ e, portanto $dc = - dc_d$, visto que $c + c_d$ é constante.

Logo

$$\frac{dQ}{dt} = \frac{D}{dx} (c_d + c) \, dS \int_{c_{od}}^{c_d} \frac{d\, c_d}{c_d} =$$

$$= \frac{D}{dx} (c_d + c) \, dS \log \frac{c_d}{c_{do}} \, .$$

Na prática esta expressão costuma ser alterada, substituindo o comprimento dx por um comprimento finito x e exprimindo $\log \frac{c_d}{c_{od}}$ em função da média logarítmica c_{dm} de c_d e c_{od}, que se define pela expressão seguinte

$$c_{dm} = \frac{c_d - c_{od}}{\log \frac{c_d}{c_{od}}}$$

Ficará pois,

$$\frac{dQ}{dt} = \frac{D}{x} (c_d + c) \, dS \frac{c_d - c_{od}}{c_{dm}}$$

Esta expressão não é cómoda porque exprime $\frac{dQ}{dt}$ em função das concentrações do dissolvente; o que interessa é obter uma fórmula do tipo deduzido no caso geral. Para isso, basta exprimir c_d e c_{od} em função de c e c_o. Será

$$c_d = (c + c_d) - c \quad \text{e} \quad c_{od} = (c_o + c_{od}) - c_o$$

Portanto,

$$c_d - c_{od} = [(c + c_d) - (c_o + c_{od})] - \\ - (c - c_o) = c_o - c \, ,$$

visto que,

$$c_d + c = c_{od} + c_o = \text{constante} = A$$

Por outro lado, dividindo c_{dm} e ambos os termos da fracção $\frac{c_d}{c_{od}}$ por A, ter-se-á

$$\frac{c_{dm}}{A} = \frac{\frac{c_d}{A} - \frac{c_{od}}{A}}{\log \frac{\frac{c_d}{A}}{\frac{c_{od}}{A}}} = \frac{\frac{c_d}{c + c_d} - \frac{c_{od}}{c_o + c_{od}}}{\log \frac{\frac{c_d}{c + c_d}}{\frac{c_{od}}{c_o + c_{od}}}}$$

As fracções que aparecem nesta expressão representam as fracções do dissolvente na solução; representando essas fracções por α_d, obtém-se

$$\frac{c_{dm}}{A} = \frac{\alpha_d - \alpha_{od}}{\log \frac{\alpha_d}{\alpha_{od}}} = \alpha_{dm} \, ,$$

sendo α_{dm} a média logarítmica de α_d e α_{od}.

Portanto

$$c_{dm} = A \, \alpha_{dm} = (c + c_d) \, \alpha_{dm} \, .$$

Substituido $(c_d - c_{od})$ e c_{dm} pelos valores achados, obter-se-á, finalmente

$$\frac{dQ}{dt} = \frac{D}{x \, \alpha_{dm}} (c_o - c) \, dS \, ,$$

que é a expressão geralmente usada e que só difere do caso geral, pelo aparecimento do factor α_{dm}.

d) *Estudo da difusão através de um film*

No caso da dissolução por convecção, o valor de x da expressão anterior representa

a espessura do film e representa-se por B'. Comparando esta expressão com a expressão geral da progressão das moléculas dissolvidas através do dissolvente,

$$\frac{dQ}{dt} = h\,(c_o - c)\,d\,S\,,$$

conclui-se que

$$h = \frac{D}{x\ \alpha_{dm}} = \frac{D}{B'\,\alpha_{dm}}$$

Na prática, não tem interesse fazer a determinação de B', porque há possibilidade de calcular h directamente, por um raciocínio de análise dimensional. Com efeito, h será função da agitação (número de Reynolds) e do coeficiente de difusão, isto é,

$$h = f\,(N\,,\,D) = f\,(U\,,\,\rho\,,\,d\,,\,\mu\,,\,D) =$$

$$= K\,U^{\alpha}\,\rho^{\beta}\,d^{\gamma}\,\mu^{\delta}\,D^{\varepsilon}\,,$$

sendo d o diâmetro do recipiente onde se efectua a extracção e que será substituido por $4\,\bar{r}$, (sendo $\bar{r}$, como se sabe, o raio hidráulico) no caso da secção não ser circular.

Exprimindo a homogeneidade da equação, ter-se-á

$$[LT^{-1}] =$$

$$= [LT^{-1}]^{\alpha}\,.\,[ML^{-3}]^{\beta}\,.\,[L]^{\gamma}\,.\,[L^{-1}MT^{-1}]^{\delta}\,.\,[L^{2}T^{-1}]^{\varepsilon},$$

ou

$$\begin{cases} 1 = \alpha - 3\beta + \gamma - \delta + 2\varepsilon \\ 0 = \beta + \delta \\ -1 = -\alpha - \delta - \varepsilon \end{cases}$$

Destas equações tira-se

$$\begin{cases} \delta = 1 - \varepsilon \\ \beta = -1 + \alpha + \varepsilon \\ \gamma = -1 + \alpha\ . \end{cases}$$

Portanto,

$$h = K\,U^{\alpha}\,.\,\rho^{\alpha}\,.\,\rho^{\varepsilon-1}\,.\,d^{\alpha}\,.\,d^{-1}\,.\,\mu^{-\alpha}\,.\,\mu^{1-\varepsilon}\,.\,D^{\varepsilon-1}\,.\,D =$$

$$= K\,\frac{D}{d}\left(\frac{U\rho d}{\mu}\right)^{\alpha}\left(\frac{\mu}{\rho D}\right)^{1-\varepsilon}$$

A fracção $\frac{U\rho d}{\mu}$ é, como se sabe, o número de Reynolds; a fracção $\frac{\mu}{\rho D}$ é também, um número sem dimensões e tem o nome de o número de Schmidt.

Os valores de α e $1 - \varepsilon$ são aproximadamente constantes para todos os dissolventes e todas as substâncias a dissolver, podendo tomar-se $\alpha = 0{,}8$ e $1 - \varepsilon = 0{,}45$; o valor de K depende das substâncias consideradas.

Para fazer uma ideia da sua ordem de grandeza, pode dizer-se que, no caso da dissolução de fenol em keroseno, $K = 7{,}9 \times 10^{-3}$, em unidades c. g. s.

Em geral, não é muito fácil encontrar os valores de K; por isso, costuma calcular-se o valor de h, de uma maneira diferente, a partir da fórmula da transmissão do calor por convecção.

Como se verá, quando se fizer esse estudo, a transmissão de calor é regida por uma lei análoga à da dissolução e, portanto

$$\frac{dQ}{dt} = h_c\,(\theta_o - \theta)\,ds\ ,$$

sendo Q a quantidade de calor transportada, h_c o coeficiente de transmissão e θ a temperatura.

O coeficiente h_c tem as dimensões

$$[h_c] = \frac{[\text{caloria}\ T^{-1}]}{[\text{grau}]\ [L^2]} = [\text{caloria grau}^{-1}\,L^{-2}T^{-1}]$$

O valor de h_c pode exprimir-se por uma expressão análoga à de h, isto é

$$h_c = K_c\,\frac{k}{d}\left(\frac{U\rho d}{\mu}\right)^{0,8}\left(\frac{C\mu}{k}\right)^{0,4}\,,\ (^1)$$

sendo C o calor específico e k o coeficiente de condução. A fracção $\frac{C\mu}{k}$ tem o nome de número de Prandtl.

Para K_c pode tornar-se o valor

$$K_c = 0{,}94 \times 10^{-6}\ ,$$

no sistema c. g. s.

(1) Esta expressão é válida para tubos circulares. As fórmulas utilizáveis noutros casos serão tratadas a propósito da transmissão do calor.

MÁRMORES

aos melhores preços

Em todas as aplicações

IIII

A MAIOR PRODUÇÃO DO PAÍS

IIII

Pedidos à

Sociedade dos Mármores de Portugal, L.da

Rua de S. Domingos de Benfica, 63

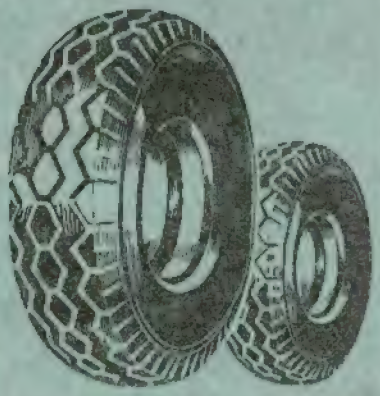
LISBOA

Pneus e câmaras de ar

MABOR

Produção da

Manufactura Nacional de Borracha



O processo **Schori** evita por forma completa a corrosão do ferro e aço. Além de ser o método mais rápido de pulverização metálica é também o menos dispendioso.

Sem recorrer ao emprego de mão de obra especializada pode aplicar-se uma camada de zinco com a espessura de 0.076 mm à velocidade de 23 metros quadrados por hora.

Metais, borracha sintética, resinas sintéticas, ebonite e materiais termoplásticos de vários tipos podem ser aplicados pelo Processo **Schori** projectando-os sob a forma de pó sem fazer uso de dissolventes e produzindo uma camada homogénea.

Schori
METALLISING PROCESS L.TD

AGENTES:

António Pacheco Agostinho, L.da

RUA AUGUSTA, 75, 1.º D.

Telef. 2 5833 LISBOA

FERNANDO VASCO COSTA

TABELAS PARA O CÁLCULO DO BETÃO ARMADO

2.ª EDIÇÃO

Ampliada pelo autor e revista por CARLOS KRUS ABECASIS

Melhorias introduzidas nesta edição:

— Adaptação do texto e das tabelas às novas prescrições regulamentares.
— Verificação de todos os valores dos coeficientes das tabelas por processos independentes dos usados ao estabelecê-los.
— Um novo capítulo destinado à avaliação e à verificação rápida de secções de betão e de armaduras.
— Alargamento dos limites de muitas tabelas.
— Inclusão de 23 novas tabelas, mais 44 páginas e vários quadros e figuras.

A venda nas Livrarias e na TÉCNICA

PREÇO: **100$00** Desconto de 10 % aos assinantes da TÉCNICA

TOPOGRAFIA GERAL

PELO ENG.º CARVALHO XEREZ

CONTENDO FOTOGRAFIA
FOTOGRAMETRIA
ELEMENTOS DE GEODESIA
E ASTRONOMIA GEODESICA

Preço do 1.º volume, encadernado 150$00

Desconto de 10 % para assinantes

EDIÇÃO DA
TÉCNICA

Dividindo h e h_c, obtém-se

$$\frac{h}{h_c} \sim \frac{K}{K_c} \cdot \frac{D}{k} \cdot \left(\frac{k}{\rho D C}\right)^{0,4} = \frac{K}{K_c}\left(\frac{D}{k}\right)^{0,6}\left(\frac{1}{\rho C}\right)^{0,4}$$

Admitindo, grosseiramente, o que até certo ponto é lógico, que

$$k \sim C D \ ,$$

ter-se-á

$$h \sim h_c \cdot \frac{K}{K_c} \cdot \frac{1}{\rho^{0,4}} \cdot \frac{1}{C}$$

Representando

$$\frac{K}{K_c\ \rho^{0,4}} \text{ por } \varphi \ ,$$

ter-se-á

$$h \sim \varphi \frac{h_c}{C}$$

Mostra a experiência que, se pode considerar, aproximadamente $\varphi = 1$. Portanto, finalmente

$$h \sim \frac{h_c}{C} \ ,$$

que é uma expressão grosseira mas que permite ter uma ideia de h, quando não é possível conhecê-lo mais rigorosamente.

e) *Tempo de dissolução*

1 — *Expressão geral*

Suponhamos que a substância a dissolver está subdividida em m pedaços de volume v e de área s, cada um. Admitindo que a dissolução se faz com agitação, a quantidade total dissolvida na unidade de tempo será

$$\frac{dQ}{dt} = h\ m\ (c_o - c) \int_s d\,s = h\,m\,(c_o - c)\,s \ ,$$

visto que em cada ponto da superfície, a dissolução se faz numa direcção perpendicular.

À medida que a dissolução se vai efectuando, as partículas vão diminuindo de volume e, portanto, a superfície s de cada uma diminui; mas, admitindo que as partículas se mantêm semelhantes à sua forma inicial e que no início de dissolução se tem $v = v_1$ e $s = s_1$, será

$$\frac{s}{v^{2/3}} = \frac{s_1}{v_1^{2/3}} = \psi$$

Portanto,

$$\frac{dQ}{dt} = h\,\psi\,m\,(c_o - c)\,v^{2/3}$$

Por outro lado, sendo c_1 a concentração no dissolvente que corresponderia a mv_1, ter-se-á

$$\frac{m\,(v_1 - v)}{m\,v_1} = \frac{c}{c_1} \ ,$$

visto que $m\,(v_1 - v)$ é o volume total dissolvido, no momento em que se atingiu a concentração c.

Portanto,

$$v = v_1\left(1 - \frac{c}{c_1}\right)$$

Além disso,

$$dQ = \rho\,m\,d\,(v_1 - v) = -\rho\,m\,dv = \rho\,m\,\frac{v_1}{c_1}\,d\,c \ ,$$

sendo ρ a massa específica da substância a dissolver.

Finalmente, ter-se-á

$$m\,\rho\,\frac{v_1}{c_1}\,\frac{dc}{dt} = h\,\psi\,m\,(c_o - c)\left(1 - \frac{c}{c_1}\right)^{2/3} v_1^{\ 2/3}$$

ou

$$t = \frac{m\,\rho\,v_1}{h c_1\,v_1^{\ 2/3} \cdot \dfrac{s_1}{v_1^{\ 2/3}} \cdot m} \int_o^c \frac{dc}{(c_o - c)\left(1 - \dfrac{c}{c_1}\right)^{2/3}}$$

Fazendo,

$$\frac{c}{c_o} = \varphi \text{ e } \frac{c_1}{c_o} = \beta \ ,$$

vem

$$c_o - c = c_o\left(1 - \frac{c}{c_o}\right) = c_o\,(1 - \varphi)$$

$$1 - \frac{c}{c_1} = 1 - \frac{\dfrac{c}{c_o}}{\dfrac{c_1}{c_o}} = 1 - \frac{\varphi}{\beta} = \frac{\beta - \varphi}{\beta}$$

e

$$dc = c_o\,d\,\varphi$$

Substituindo, ter-se-á

$$t = \frac{\rho v_1}{h c_0 \beta s_1} \int_0^{\varphi} \frac{c_0 \, d\varphi}{c_0 (1-\varphi) \sqrt[3]{\frac{(\beta-\varphi)^2}{\beta^2}}}$$

ou

$$t = \frac{\rho}{h c_0} \cdot \frac{v_1}{s_1} \int_0^{\varphi} \frac{d\varphi}{(1-\varphi) \sqrt[3]{\beta (\beta-\varphi)^2}} =$$

$$= \frac{\rho}{h c_0} \cdot \frac{v_1}{s_1} I = \frac{\gamma}{h \mathscr{C}_0} \cdot \frac{v_1}{s_1} I ,$$

representando por $\mathscr{C}_0$ a concentração expressa em peso por unidade de volume.

O integral I, calcula-se gràficamente; no quadro II estão indicados, aproximadamente alguns valores de I em função de φ e β.

Os valores de φ correspondentes à dissolução total (para os quais $\varphi = \beta$) correspondem, evidentemente ao último valor de cada linha; traçando a curva destes valores, obtêm-se, por interpolação, os valores de I correspondentes à dissolução total, para cada valor de β (fig. 2).

2 — *Consequências de ordem prática*

Admitindo que as partículas são esféricas será

$$\frac{v_1}{s_1} = \frac{\frac{\pi d^3}{6}}{\pi d^2} = \frac{d}{6} = \frac{L}{6} ,$$

representando por L a granulometria inicial das partículas. Ter-se-á, pois,

$$t = \frac{\gamma L}{6 h \mathscr{C}_0} I$$

Desta expressão se conclui que o tempo necessário para efectuar a dissolução cresce na razão directa da granulometria das partículas e que, portanto, há toda a vantagem em que a dissolução se efectue sobre uma substância finamente dividida. Esta condi-

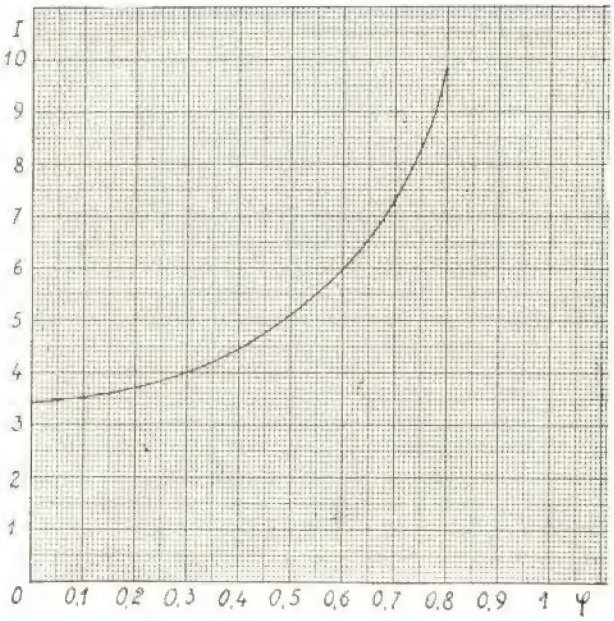


Fig. 2

QUADRO II

β \ φ	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
0,1	3,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,2	0,65	3,7	—	—	—	—	—	—	—	—
0,4	0,26	0,74	1,48	4,45	—	—	—	—	—	—
0,6	0,18	0,42	0,75	1,25	2,1	6,0	—	—	—	—
0,8	0,17	0,35	0,52	0,81	1,25	1,83	2,9	9,9	—	—
1,0	0,16	0,26	0,45	0,62	0,9	1,3	1,88	2,9	5,5	∞ (1)
1,25	0,13	0,20	0,36	0,5	0,7	0,97	1,33	1,94	3,15	∞ (2)
1,5	0,1	0,16	0,26	0,4	0,6	0,75	1,04	1,5	2,25	∞ (3)
2,0	0,07	0,13	0,22	0,3	0,4	0,51	0,74	1,0	1,5	∞ (4)
2,5	0,04	0,11	0,15	0,2	0,28	0,39	0,51	0,75	1	∞ (5)

(1) Para $\varphi = 0{,}955$, $I = 10$; (2) Para $\varphi = 0{,}978$, $I = 10$; (3) Para $\varphi = 0{,}99$; $I = 6$; (4) Para $\varphi = 0{,}99$, $I = 4$; (5) Para $\varphi = 0{,}985$, $I = 2$.

ção obtém-se, na prática, por moagem, no caso dos sólidos e por pulverização no caso dos líquidos e gases. No primeiro caso, L é a granulometria à qual a moagem se efectua mas, nos dois últimos, não é possível calcular-se o valor de L; por isso, exprime-se a superfície total S de contacto com o dissolvente, em função do volume total do líquido ou gás a dissolver, isto é,

$$S = a\,V\,,$$

sendo a uma constante de dimensões $[L^{-1}]$.

Mas $V = m\,v_1$ e $S = m\,s_1$; logo $s_1 = a\,v_1$.

Portanto

$$t = \frac{\gamma}{\mathscr{C}_o'\,h\,a}\,.\,I$$

O produto (h a) de dimensões $[T^{-1}]$ é a constante que tem de ser determinada para aplicação nos casos práticos; os seus valores serão considerados posteriormente, tanto mais que o problema, neste caso, se trata de outra maneira.

CAPÍTULO II

DISSOLUÇÃO DE UM CONSTITUINTE SOLÚVEL, DUMA MISTURA DE DOIS CONSTITUINTES (EXTRACÇÃO)

a) *Generalidades*

Suponhamos que o segundo constituinte é completamente insolúvel no dissolvente. O constituinte solúvel, para ser dissolvido precisa de vir até à superfície de separação dS, onde se dá a dissolução de acordo com o mecanismo anteriormente descrito. Neste caso, trata-se de um problema de equilíbrio entre duas soluções de um dado constituinte solúvel que se reparte por dois dissolventes: a primeira solução constitui a fase A e a segunda a fase B.

O transporte do constituinte solúvel através do primeiro dissolvente terá um mecanismo inverso do que foi descrito para a dissolução, sendo, neste caso, naturalmente, a concentração no líquido superior à existente na superfície de separação. Este transporte pode fazer-se, também, por difusão ou por convecção e, neste caso, formar-se-á, como no caso da dissolução, um film estacionário através do qual o transporte se faz por difusão (fig. 3). Em última análise, o transporte efectua-se através de 2 films em série (hipótese fundamental do problema da extracção).

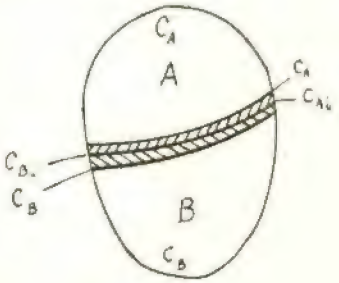


Fig. 3

No caso em que a fase A é sólida, é evidente que não se forma o film da fase A, porque o transporte através de um sólido só pode fazer-se por difusão; mas se a fase A é líquida ou gasosa, formam-se efectivamente, os dois films. Como os casos são diferentes, convém tratá-los separadamente.

b) *Extracção de sólidos*

A extracção, neste caso, tem também o nome de lexiviação [1], por ter sido, primeiramente, aplicada com lexívias alcalinas.

No instante inicial é válida a equação

$$\frac{dQ}{dt} = h\,(c_o - c)\,dS\,.$$

Mas, à medida que a extracção vai prosseguindo, a superfície do sólido vai-se tornando porosa, o dissolvente entra nos poros onde se forma a solução saturada, e é necessário que o constituinte solúvel se vá difundindo até à superfície; nessas condições, a concentração c_i [2] no film situado sobre a superfície de separação terá de ser, neces-

(1) Lessivage, em francês; leaching, em inglês e Auslaugen, em alemão.

(2) O índice i referente à superfície de separação é a inicial de «interface».

sàriamente, inferior a c_0 e, portanto, a difusão através do film líquido é dada pela expressão

$$\frac{dQ}{dt} = h_l (c_i - c)\, dS ,$$

sendo h_l o coeficiente de progressão através do líquido.

Na difusão do constituinte solúvel através do dissolvente que entrou nos poros do sólido, a expressão a utilizar será do tipo

$$\frac{dQ}{dt} = h_s (c_0 - c_i)\, dS ,$$

sendo h_s o coeficiente de progressão através do sólido.

Ter-se-á, portanto

$$c_i - c = \frac{\frac{dQ}{dt}}{h_l\, dS}$$

$$c_0 - c_i = \frac{\frac{dQ}{dt}}{h_s\, dS}$$

Somando, ordenadamente, virá

$$c_0 - c = \frac{\frac{dQ}{dt}}{dS}\left(\frac{1}{h_l} + \frac{1}{h_s}\right)$$

Fazendo

$$\frac{1}{h_l} + \frac{1}{h_s} = \frac{1}{K} ,$$

virá finalmente,

$$\frac{dQ}{dt} = K (c_0 - c)\, dS ,$$

em que K tem o nome de coeficiente de extracção [1]. Este coeficiente é igual a h_l no instante inicial e vai diminuindo à medida que h_s diminui; deixa, portanto, de ser constante e passa a ser função de c, tendendo para zero, quando c tende para c_1, sendo c_1 a concentração que se definiu no capítulo I [2].

[1] Em inglês, «overall coefficient».

[2] Se a composição em constituinte solúvel corresponder a $c_1 > c_0$, K terá de ser nulo para $c = c_0$.

A expressão mais simples para K (satisfazendo às condições $K = h_l$ para $c = o$ e $K = o$ para $c = c_1$) será a de uma forma exponencial, isto é,

$$K = h_l\, e^{-b\left(\frac{c}{c_1 - c}\right)^n} \text{ [1]}$$

Mas,

$$\frac{c}{c_1 - c} = \frac{\frac{c}{c_0}}{\frac{c_1}{c_0} - \frac{c}{c_0}} = \frac{\varphi}{\beta - \varphi}$$

Portanto, finalmente,

$$K = h_l\, e^{-b\left(\frac{\varphi}{\varphi - \beta}\right)^n}$$

A expressão que dá o tempo de extracção, difere daquela que foi deduzida a propósito da dissolução. Com efeito, neste último caso, a superfície do contacto do sólido e do dissolvente diminuia à medida que a dissolução se efectuava; quando se trata da extracção, a superfície de contacto é constantemente igual a s_1 [2]. Portanto o valor de s que era

$$s = \psi\, v^{2/3} = \psi\left(1 - \frac{c}{c_1}\right)^{2/3} v_1^{2/3} ,$$

passa a ser

$$s = s_1 .$$

A equação da dissolução será pois

$$m\, \rho\, \frac{v_1}{c_1}\, \frac{dc}{dt} = K\, m\, (c_0 - c)\, s_1 =$$

$$= h_l\, e^{-b\left(\frac{\varphi}{\beta - \varphi}\right)^n} m\, (c_0 - c)\, s_1$$

ou

$$t = \frac{m\, \rho\, v_1}{m\, h_l\, c_1\, s_1} \int_0^c \frac{e^{b\left(\frac{c}{c_1 - c}\right)^n}}{c_0 - c}\, dc ,$$

[1] Mesmo que a função não seja rigorosamente exponencial, é sempre possível escolher b e n, de modo a que a função real se aproxime dela tanto quanto possível.

[2] Excepto se a mistura sólida se desfaz, mas, neste caso, é aplicável a fórmula da dissolução.

ou

$$t = \frac{\rho v_1}{h_1 c_0 \beta s_1} \int_0^{\varphi} \frac{c_0 e^{b\left(\frac{\varphi}{\beta - \varphi}\right)^n}}{c_0 (1 - \varphi)} d\varphi ,$$

ou ainda

$$t = \frac{\rho}{h_1 c_0} \cdot \frac{v_1}{s_1} \int_0^{\varphi} \frac{e^{b\left(\frac{\varphi}{\beta - \varphi}\right)^n}}{\beta (1 - \varphi)} d\varphi =$$

$$= \frac{\rho}{h_1 c_0} \cdot \frac{v_1}{s_1} I_1 = \frac{\gamma}{h_1 \mathscr{C}_0} \cdot \frac{v_1}{s_1} \cdot I_1$$

Nesta expressão v_1 é o volume de substância solúvel existente nas partículas de mistura sólida de área s_1. Para não ter de calcular este volume basta notar que $\rho v_1 = m_1$ e $\gamma v_1 = p_1$ sendo m_1 e p_1 respectivamente a massa e o peso do constituinte solúvel existente na partícula a extrair.

Portanto,

$$t = \frac{m_1}{h_1 c_0 s_1} I_1 = \frac{p_1}{h_1 \mathscr{C}_0 s_1} I_1$$

Os valores de I_1 dependem, evidentemente, de b e de n e, portanto, a resolução do problema começa naturalmente, pela determinação destas constantes. Para isso, pode fazer-se um ensaio grosseiro de laboratório, colocando num copo, um pedaço da substância a extractar, de área conhecida, e efectuando uma agitação em condições análogas à da prática. De tempos a tempos, retira-se uma pequena porção do líquido e determina-se a sua concentração no constituinte solúvel. Como se conhece o volume v de dissolvente empregado sabe-se que a quantidade Q de substância que passou à solução, foi $Q = cv$.

Com estes dados, pode traçar-se a curva de Q em função de t (fig. 4).

Como se sabe,

$$\frac{dQ}{dt} = K (c_0 - c) S$$

Mas, como

$$\frac{dQ}{dt} = \operatorname{tg} \alpha ,$$ (1)

será

$$\operatorname{tg} \alpha = K (c_0 - c) S ,$$

ou

$$K = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{(c_0 - c) S}$$

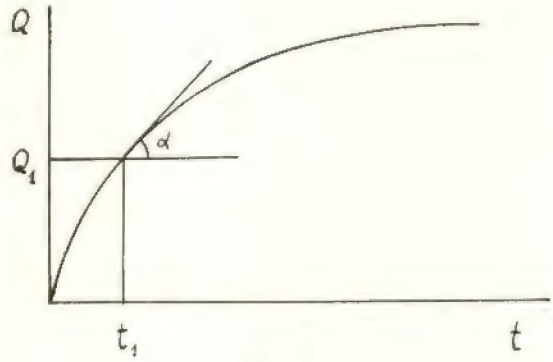


Fig. 4

Conhecido h_1, a partir da expressão que dá o coeficiente de progressão, resta determinar os valores de b e de n da exponencial:

$$K = h_1 e^{-b\left(\frac{c}{c_1 - c}\right)^n}$$

ou

$$\frac{h_1}{K} = e^{b\left(\frac{c}{c_1 - c}\right)^n}$$

Portanto

$$b = \left(\frac{c_1 - c}{c}\right)^n \log \frac{h_1}{K} = 2{,}3 \left(\frac{c_1 - c}{c}\right)^n \log_{10} \frac{h_1}{K}$$

O valor de n determina-se por tentativas de modo a obter o mesmo valor de b qualquer que seja o ponto que se considere. Para isso arbitra-se $n = 1$; se os valores calculados para b forem diminuindo à medida que t cresce, n será inferior a 1 e se os valores de b aumentarem com t, n será maior que 1.

Conhecido b e n, determinam-se gràficamente os valores de I_1 para cada valor de β, até atingir os diferentes valores de φ (1).

(1) No cálculo de $\operatorname{tg} \alpha$ é preciso entrar com as escalas dos tempos e das quantidades, isto é ler a ordenada na escala de Q e a abscissa na de t.

(1) Estudemos um exemplo concreto. Consideremos uma mistura, de densidade 2,4 com a composição em peso de $^1/_3$ de substância solúvel e $^2/_3$ de insolúvel. Suponhamos

c) *Extracção de líquidos*

1 — *Expressão geral*

Neste caso, há a considerar a solubilidade relativa do constituinte solúvel nos dois dissolventes. As concentrações na superfície de separação das fases A e B serão C_{Ai} e C_{Bi} e estarão relacionadas pela expressão

$$c_{Ai} = m\, c_{Bi} \quad ,$$

em que m é o coeficiente de repartição ou de distribuição, que em geral, não é constante, mas varia com a concentração, como veremos.

Na difusão através dos dois films, ter-se-á

$$\frac{dQ}{dt} = h_A\, a\, (c_A - c_{Ai})\, dV = h_B\, a\, (c_{Bi} - c_B)\, dV \, ,$$

sendo $(h_A\, a)$ e $(h_B\, a)$, os coeficientes de progressão nas duas fases referidas ao volume dV.

Portanto

$$c_A - c_{Ai} = \frac{\frac{dQ}{dt}}{h_A\, a\, dV}$$

$$c_{Bi} - c_B = \frac{\frac{dQ}{dt}}{h_B\, a\, dV}$$

Multiplicando a segunda equação por m e somando ordenadamente, será, atendendo a que $c_{Ai} = m\, c_{Bi}$,

$$c_A - m\, c_B = \left(\frac{1}{h_A\, a} + \frac{m}{h_B\, a}\right) \frac{\frac{dQ}{dt}}{dV}$$

Fazendo

$$m c_B = c'_A \quad \text{e} \quad \frac{1}{h_A\, a} + \frac{m}{h_B\, a} = \frac{1}{K_A\, a} \, ,$$

virá

$$\frac{dQ}{dt} = K_A\, a\, (c_A - c'_A)\, dV \, ,$$

sendo c'_A a concentração na fase A que estaria em equilíbrio com c_B.

Se em vez de multiplicar a segunda equação por m se tivesse dividido a primeira, seria, visto que $\frac{c_{Ai}}{m} = c_{Bi}$

$$\frac{c_A}{m} - c_B = \left(\frac{1}{m h_A\, a} + \frac{1}{h_B\, a}\right) \frac{\frac{dQ}{dt}}{dV}$$

Fazendo

$$\frac{c_A}{m} = c'_B \quad \text{e} \quad \frac{1}{m h_A\, a} + \frac{1}{h_B\, a} = \frac{1}{K_B\, a} \, , \text{ será}$$

$$\frac{dQ}{dt} = K_B\, a\, (c'_B - c_B)\, dV \, ,$$

---

que o ensaio de laboratório se faz sobre um pedaço de forma cúbica de lado igual a 5 cm, e que a extracção se efectua com $v = 500\ cm^3$ de dissolvente.

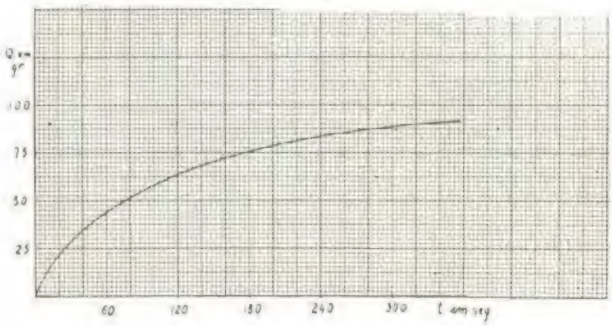
O volume do cubo será de $125\ cm^3$ e a sua massa de 300 gr, ou seja 100 gr de substância solúvel e 200 gr de insolúvel. Para a substância solúvel e para o dissolvente empregado, tem-se por exemplo, $c_o = 0{,}4\ gr\ cm^{-3}$ e $h_l = 3 \times 10^{-2}\ cm\ seg^{-1}$

A concentração c_l será $c_l = \frac{100}{500} = 0{,}2\ gr\ cm^{3}$ e a superfície $S = 6 \times 25 = 150\ cm^3$.

O ensaio de laboratório deu as concentrações indicadas, em função do tempo; a partir delas, calculou-se Q pela expressão $Q = cv$

t em seg.	c em gr cm^{-3}	Q em gr
60	0,0875	43,75
120	0,125	62,5
180	0,150	75,0
240	0,165	82,5
300	0,175	87,5

O gráfico de Q em função de t é, portanto, o seguinte:



As tangentes nos pontos considerados são, respectivamente

$$(tg\alpha)_{60} = \frac{25\ gr}{60\ seg} = 0{,}416\ gr\ seg^{-1}; \ (tg\alpha)_{120} = \frac{15}{60} = 0{,}25\ gr\ seg^{-1}$$

$$(tg\alpha)_{180} = \frac{8{,}8}{60} = 0{,}146\ gr\ seg^{-1}; \ (tg\alpha)_{240} = \frac{5}{60} = 0{,}084\ gr\ seg^{-1}; \ (tg)_{300} = \frac{3}{60} = 0{,}05\ gr\ seg^{-1}$$

sendo c'_B a concentração na fase B que estaria em equilíbrio com c_A.

Os coeficientes $K_A a$ e $K_B a$ são os coeficientes de extracção referidos, respectivamente, às fases A e B.

Os valores de K correspondentes serão

$$K_{60} = \frac{0{,}416}{(0{,}4 - 0{,}0875) \times 150} = 0{,}89 \times 10^{-2} \text{ cm seg}^{-1};$$

$$K_{120} = \frac{0{,}25}{0{,}275 \times 150} = 0{,}61 \times 10^{-2} \text{ cm seg}^{-1};$$

$$K_{180} = 0{,}39 \text{ cm seg}^{-1}, \quad K_{240} = 0{,}24 \text{ cm seg}^{-1};$$

$$K_{300} = 0{,}15 \text{ cm seg}^{-1}$$

Supondo $n = 1$, ter-se-á

$$b_{60} = 2{,}3 \, \frac{0{,}2 - 0{,}0875}{0{,}0875} \log_{10} \frac{3 \times 10^{-2}}{0{,}9 \times 10^{-2}} =$$

$$= 2{,}3 \times 1{,}29 \times \log_{10} 3{,}34 = 1{,}55$$

$$b_{120} = 2{,}3 \, \frac{0{,}075}{0{,}125} \log_{10} 4{,}93 = 2{,}3 \times 0{,}6 \times 0{,}692 = 0{,}96$$

Vê-se que o valor de b determinado no fim de 120 segundos, é inferior ao que se determinou no fim de 60 segundos; portanto $n < 1$. Por tentativas, vê-se que $n \sim \frac{2}{5}$. Com efeito, será

$$b_{60} = 2{,}3 \times (1{,}29)^{2/5} \times 0{,}524 = 1{,}28$$

$$b_{120} = 2{,}3 \times (0{,}6)^{2/5} \times 0{,}692 = 1{,}3$$

$$b_{180} = 2{,}3 \times \left(\frac{0{,}05}{0{,}15}\right)^{2/5} \log_{10} \frac{3}{0{,}39} = 2{,}3 \times 0{,}647 \times 0{,}886 = 1{,}32$$

$$b_{240} = 2{,}3 \times \left(\frac{0{,}035}{0{,}165}\right)^{2/5} \log_{10} \frac{3}{0{,}24} = 1{,}36$$

$$b_{300} = 2{,}3 \times \left(\frac{0{,}025}{0{,}175}\right)^{2/5} \log_{10} \frac{3}{0{,}15} = 1{,}38$$

2 — *Concentração na superfície de separação*

O coeficiente de repartição é determinado experimentalmente em função das concentrações e permite estabelecer a curva de

---

Os valores de b são aproximadamente iguais e, por isso, pode tornar-se o valor médio $b = 1{,}33$.

Será, portanto,

$$K = 3 \times 10^{-2} \, e^{-1{,}33 \left(\frac{c}{c_1 - c}\right)^{2/5}}$$

Resta só calcular o valor de I_1, sabendo que

$$\beta = \frac{c_1}{c_0} = \frac{0{,}2}{0{,}4} = 0{,}5$$

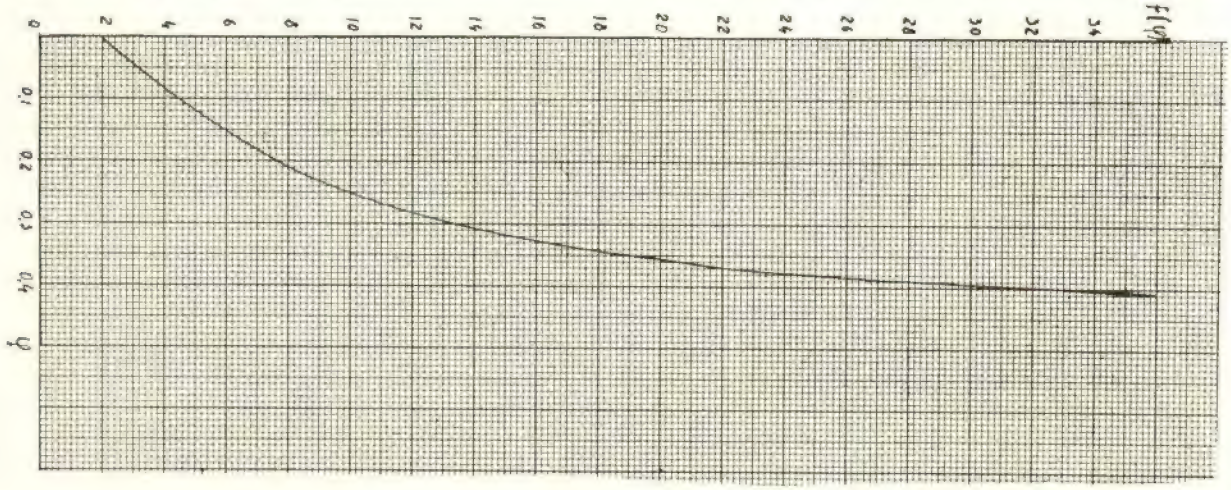
Será, portanto,

$$I_1 = \int_0^{\varphi} \frac{e^{1{,}33 \left(\frac{\varphi}{0{,}5 - \varphi}\right)^n}}{0{,}5\,(1 - \varphi)} \, d\varphi = \int_0^{\varphi} f(\varphi) \, d\varphi$$

A integração terá de se fazer gràficamente, como já vimos. Os valores de $f(\varphi)$ em função de φ são dados no quadro seguinte:

φ	$f(\varphi)$
0	2
0,1	4,8
0,2	7,8
0,25	10,1
0,3	13,7
0,35	19,4
0,4	33,5
0,5	∞

O gráfico de $f(\varphi)$ em função de φ é o seguinte (traça-se deitado por uma questão de conveniência de disposição)



variação de c_A em função de c_B (fig. 5), a partir da qual se determina imediatamente c'_A e c'_B.

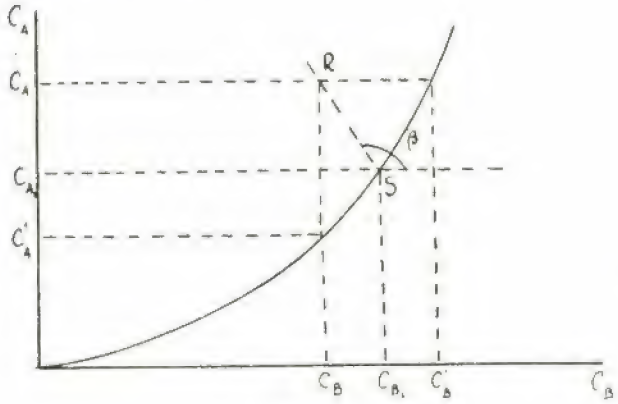


Fig. 5

A partir desta curva é possível determinar $c_{A\,i}$ e $c_{B\,i}$. De facto, prolongando a ordenada de c_B até encontrar a abcissa de c_A, obtém-se o ponto R. Fazendo passar por este ponto uma recta de coeficiente angular igual a $-\frac{h_B}{h_A}$, obtém-se o ponto S que é o ponto de equilíbrio da superfície de de separação. Com efeito, do gráfico, tira-se

$$\operatorname{tg} \beta = -\frac{c_A - c_{A\,i}}{c_{B\,i} - c_B}$$

Mas, por outro lado, a expressão

$$\frac{dQ}{dt} = h_A\, a\, (c_A - c_{A\,i})\, dV =$$
$$= h_B\, a\, (c_{B\,i} - c_B)\, dV\,,$$

dá

$$\frac{c_A - c_{A\,i}}{c_{B\,i} - c_B} = \frac{h_B}{h_A}$$

Portanto

$$\operatorname{tg} \beta = -\frac{h_B}{h_A}$$

3 — *Tempo de extracção*

Como se viu, a quantidade de líquido extractado pode ser dada pela expressão

$$\frac{dQ}{dt} = h_B\, a\, (c_{B\,i} - c_B)\, dV$$

Integrando pelo método dos trapézios, obter-se-ão os valores de I_1 do quadro seguinte (para $\beta = 0{,}5$, que foi o valor de que se partiu)

φ	I_1
0,1	0,310
0,2	0,970
0,3	1,998
0,4	4,15
0,5	∞

Para calcular o tempo de extracção resta aplicar a fórmula. Se as partículas a extrair tiverem a granulometria da que serviu para o ensaio de laboratório, será, como vimos: $m_1 = 100$ gr e $s_1 = 150$ cm².

Portanto

$$t = \frac{100}{3 \times 10^{-2} \times 0{,}4 \times 150}\, I_1 \sim 55\, I_1$$

Para os diferentes valores de φ, obter-se-ão os tempos e as quantidades dissolvidas por partícula, que se indicam a seguir:

φ	t em segundos	Q em gramas
0,1	21,4	25
0,2	53,2	40
0,3	110	60
0,4	228	80
0,5	∞	100

Tirando os mesmos valores de Q em função de t, do gráfico Q — t, da página 1016, ter-se-á,

Q em gramas	t em segundos
25	18
40	52
60	112
80	230
100	∞

Verifica-se, deste modo, que os valores de t coincidem, entrando em linha de conta, evidentemente, com os erros de leitura dos gráficos, e das aproximações dos cálculos.

Se as partículas tivessem uma granulometria dupla, isto é, se o lado do cubo fosse duplo, seria $m_1 = 800$ gramas e $s_1 = 600$ cm²; nestas condições se se mantivesse $\beta = 0{,}5$, seria $t = 110\, I_1$, e portanto, o tempo de extracção seria duplo.

CUPRINOL

- As madeiras, agora mais que nunca, devem ser protegidas contra o apodrecimento provocado pelos fungos e insectos roedores: **formiga branca, escaravelho, besoiro,** etc.

- Os esporos dos fungos estão sempre presentes nas madeiras, aguardando condições favoráveis para se desenvolverem e deste modo invadirem com os seus tentáculos as madeiras até completa destruição.

- A gravura, mostra um pedaço de vigamento apodrecido pela acção conjunta dos fungos e escaravelho. Esta madeira foi aplicada num prédio de 5 andares, há menos de 4 anos!

- Evite com poucas centenas de escudos, um prejuízo de muitas dezenas de contos.

- CUPRINOL, é o único produto que na sua fórmula, contém sais organo-metálicos que se combinam com as fibras da madeira e a protegem não temporàriamente **mas permanentemente.**

CUPRINOL — não é solúvel na água.

CUPRINOL — Não repassa as tintas nem os estuques.

CUPRINOL PARA MADEIRAS
CUPRINOL PARA REDES DE PESCA, CORDAS,
LONAS DOS TOLDOS, BARRACAS, ETC.

UM PRODUTO DA

Soc. ROBBIALAC, L.DA

15, RUA NOVA DO CARVALHO—LISBOA

TELEFONES: 27000 — 32929

ASFALTOS

PARA PAVIMENTOS

PARA A INDÚSTRIA

ENTREGA IMEDIATA

SHELL COMPANY OF PORTUGAL, LTD.

LISBOA — PORTO — COIMBRA — FARO

Como a progressão das moléculas se faz perpendicularmente à superfície de separação, a quantidade total extractada será

$$\frac{dQ}{dt} = h_B\ a\ (c_{B\,i} - c_B)\ V$$

sendo V o volume total ocupado pelas substâncias em presença.

Raciocinando como na dissolução de sólidos, ter-se-á

$$\frac{v_1 - v}{v_1} = \frac{c_B}{c_{B_1}}$$

e

$$v = v_1 \left(1 - \frac{c_B}{c_{B_1}}\right),$$

sendo v_1 o volume total inicial do constituinte solúvel, v o que já foi extractado e c_{B1} a concentração na fase B se se tivesse dissolvido o volume v_1.

Ter-se-á também

$$dQ = \rho\ d\ (v_1 - v) = -\rho\ dv =$$

$$= \rho \frac{v_1}{c_{B_1}} dc_B = \frac{m_1}{c_{B_1}} dc_B\ ,$$

sendo m_1 a massa inicial de constituinte solúvel.

Portanto,

$$\frac{m_1}{c_{B_1}} \frac{dc_B}{dt} = h_B\ a\ (c_{B\,i} - c_B)\ V$$

ou

$$t = \frac{m_1}{h_B\ a\ c_{B_1}\ V} \int_0^{c_B} \frac{dc_B}{c_{B\,i} - c_B} =$$

$$= \frac{m_1}{h_B\ a\ c_{B_1}\ V}\ I_2$$

O integral I_2 tem de ser calculado gràficamente, traçando a curva $\frac{1}{c_{B\,i} - c_B}$ a partir do diagrama $c_A - c_B$ (1).

O raciocínio podia fazer-se em relação à fase A atendendo a que, neste caso,

$$\frac{v}{v_1} = \frac{c_A}{c_{A_1}}$$

Portanto, será

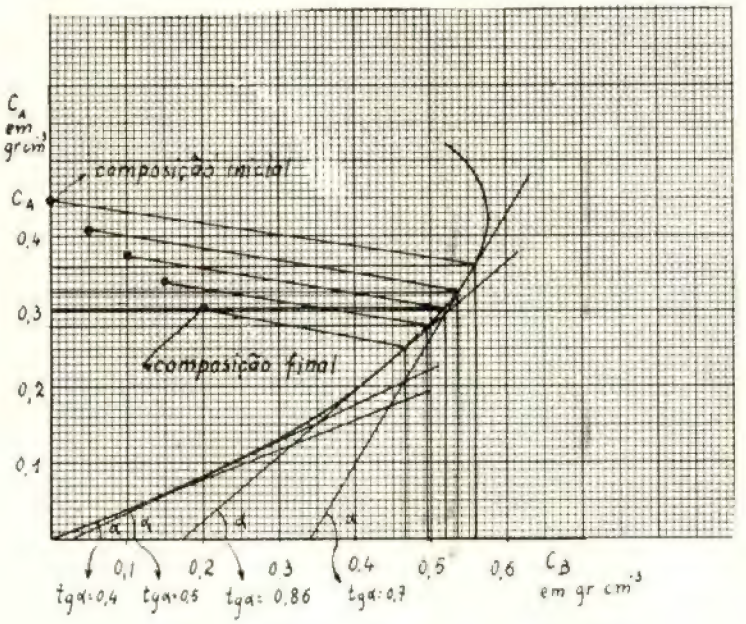
$$v = v_1 \frac{c_A}{c_{A_1}}$$

e

$$dQ = \rho\ dv = -\frac{m_1}{c_{A_1}}\ dc_A$$

---

(1) Consideremos um exemplo concreto em que $h_A\ a = 3 \times 10^{-3}$ seg^{-1}, $h_B\ a = 0{,}5 \times 10^{-3}$ seg^{-1} e o diagrama $C_A - C_B$ é o seguinte:



Suponhamos que no instante inicial $c_A = 0{,}45$ gr cm^{-3} e $c_B = 0$ e se pretende ir até à composição $c_B = 0{,}2$ gr cm^{-3}. Suponhamos ainda que a quantidade de dissolvente é tal que $c_{B_1} = 0{,}6$ gr cm^{-3} e que a massa total de substância solúvel dissolvida no 1.º dissolvente é de 500 gr (sendo, portanto, o volume da fase A, $v_A = \frac{500}{0{,}45} = 1110$ cm^3 e o da fase B, $v_B = \frac{500}{0{,}6} = 835$ cm^3).

Como, no instante final, a concentração C_B é $C_B = 0{,}2$ gr cm^{-3}, a massa extractada foi $m_2 = 167$ gr, ficando portanto, na fase A, $500 - 167 = 333$ gr o que corresponde a uma concentração $C_A = 0{,}3$ gr cm^{-3}.

Determinemos, a seguir, pela construção indicada anteriormente, os valores de C_{B1} correspondentes a $C_B = 0$; 0,05; 0,1; 0,15 e 0,2, aos quais correspondem, respectivamente, os valores de $c_A = 0{,}45$; 0,41; 0,37; 0,34 e 0,3.

Portanto,

$$t = \frac{m_1}{h_A\, a\, c_{A_1}\, V} \int_{c_A}^{c_{A_1}} \frac{dc_A}{c_A - c_{Ai}}$$

Os raciocínios poderiam, também, ser conduzidos a partir das fórmulas em que intervêm os coeficientes de extracção. Nessas condições, obter-se-ia

$$t = \frac{m_1}{K_B\, a\, c_{B1}\, V} \int_{0}^{c_B} \frac{dc_B}{c'_B - c_B}$$

ou

$$t = \frac{m_1}{K_A\, a\, c_{A1}\, V} \int_{c_A}^{c_{A1}} \frac{dc_A}{c_A - c_{A'}}$$

Nestes casos, a integração terá de se fazer, também, gràficamente [1]. No entanto, como se vê no exemplo, estas fórmulas não dão valores exactos, visto que o valor de m que intervém em $K_A a$ e $K_B a$ não é constante.

4 — *Tempo necessário para atingir o equilíbrio*

O equilíbrio obtém-se, evidentemente, quando as concentrações nas fases A e B sejam tais que

$$c_A = m\, c_B\ .$$

Mas m é variável de ponto para ponto; portanto, é necessário fazer a determinação gràficamente, a partir da curva de equilíbrio

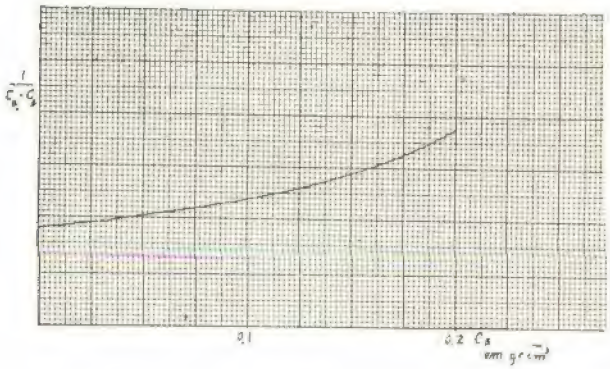
Calculemos c_B em função de c_A. Sendo m_A e m_B as massas de constituinte solúvel nas fases A e B e v_A e v_B os volumes de cada uma destas fases, será

$$c_A = \frac{m_A}{v_A} \quad \text{e} \quad c_B = \frac{m_B}{v_B}$$

O valor de tg β, será $\operatorname{tg}\beta = -\frac{h_B\, a}{h_A\, a} = -\frac{1}{6}$ e a partir dele se determinam os valores de c_{BI} e de $\frac{1}{c_{BI} - c_B}$ que são dados no quadro seguinte:

c_B em gr cm^{-3}	c_{BI} em gr cm^{-3}	$\frac{1}{c_B - c_B}$
0	0,56	1,78
0,05	0,54	2,01
0,1	0,52	2,38
0,15	0,5	2,85
0,2	0,47	3,70

A curva de $\frac{1}{c_{BI} - c_B}$ em função de c_B é a seguinte:



Portanto $I_2 = \int_0^{c_B} \frac{dc_B}{c_{BI} - c_B} = 0{,}05 \left(\frac{1{,}78 + 3{,}70}{2} + 2{,}04 + 2{,}38 + 2{,}85 \right) = 0{,}5$

Por outro lado, o volume total V é

$$V = v_A + v_B = 1945 \text{ cm}^3$$

Portanto,

$$t = \frac{500}{0{,}5 \times 10^{-3} \times 0{,}6 \times 1945} = 428 \text{ segundos.}$$

[1] Consideremos o exemplo anterior e apliquemos a última fórmula

Será

$$\frac{1}{K_A\, a} = \frac{1}{h_A\, a} + \frac{m}{h_B\, a}$$

O valor de m é variável de ponto para ponto. Na zona correspondente à composição da mistura, tem um valor médio, $m = \frac{0{,}4 + 0{,}5}{2} = 0{,}45$; na zona correspondente à superfície de separação, o valor médio é $m = \frac{0{,}86 + 1{,}7}{2} = 1{,}01$. O valor médio de m será $m = \frac{0{,}45 + 1{,}01}{2} = 0{,}073$.

$$\frac{1}{K_A\, a} = 0{,}33 \times 10^3 + 1{,}46 \times 10^3 = 1{,}79 \times 10^3\ ,$$

e

$$K_A\, a = 0{,}56 \times 10^{-3}$$

Mas $m_A + m_B = m_1$, sendo m_1 a massa total de constituinte solúvel existente nas duas fases.

Portanto

$$m_B = m_1 - m_A = m_1 - v_A c_A ,$$

e

$$c_B = -\frac{v_A}{v_B} c_A + \frac{m_1}{v_B}$$

Vê-se, pois, que a curva de variação de c_B em função de c_A é uma recta que se traça determinando dois pontos quaisquer. O ponto de encontro dessa recta com a curva de equilíbrio será, portanto, a composição no equilíbrio (fig. 6).

Com se viu no primeiro exemplo de cálculo do tempo de extracção de uma mistura líquida, o valor de $\frac{1}{c_{BI} - c_B}$ aumenta à medida que a extracção prossegue. Quando

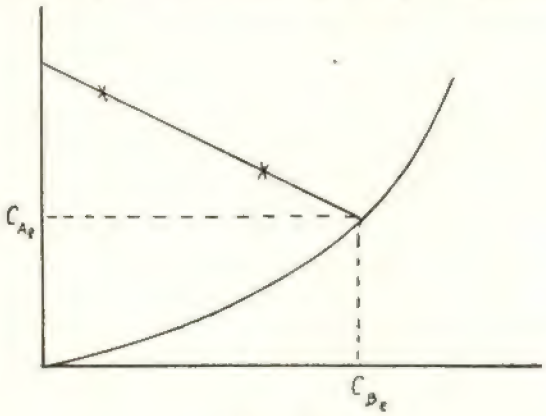


Fig. 6

se atingir o equilíbrio, a composição será representada por um ponto sobre a curva e, portanto, neete caso, será

$$C_{AI} = C_A \quad \text{e} \quad C_{BI} = C_B .$$

Logo

$$\frac{1}{C_{BI} - C_B} = \infty \quad \text{e} \quad I_2 = \infty .$$

Quere dizer, portanto, que na prática, não é possível atingir o equilíbrio; por isso, fixa-se uma composição próxima do equilíbrio e calcula-se o tempo necessário para a atingir.

5 — *Caso em que a extracção é regulada por um dos films* (1)

Quando um dos coeficientes de progressão é muito pequeno em relação ao outro, a extracção é regulada por esse coeficiente.

I — *Extracção regulada pelo film na fase B*

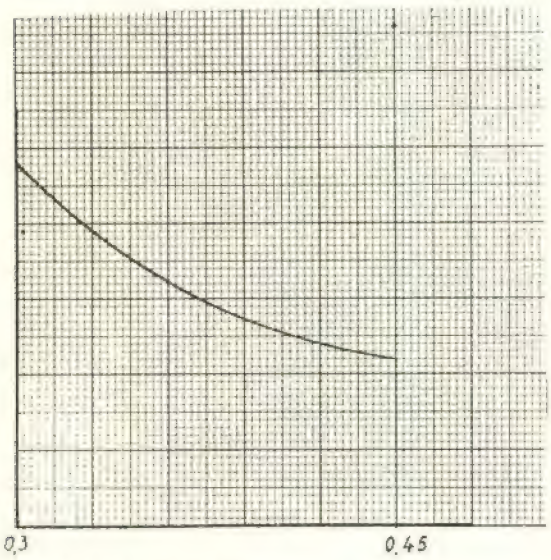
Como vimos,

$$\frac{1}{K_B a} = \frac{1}{m h_A a} + \frac{1}{h_B a}$$

Os valores de c'_A tiram-se da curva de equilíbrio, como se mostra no quadro seguinte:

c_A em gr cm^{-3}	c'_A em gr cm^{-3}	$\frac{1}{c_A - c'_A}$
0,45	0	2,22
0,41	0,02	2,56
0,375	0,04	2,98
0,34	0,065	3,64
0,3	0,09	4,76

O gráfico destes valores é o seguinte



O valor do integral será

$$\int \frac{dc_A}{c_A - c'_A} = 0{,}03 \left(\frac{4{,}76 + 2{,}22}{2} + \right.$$

$$\left. + 3{,}9 + 3{,}25 + 2{,}7 + 2{,}4 \right) \sim 0{,}48$$

Portanto,

$$t = \frac{500}{0{,}56 \times 10^{-3} \times 0{,}45 \times 1945} \times 0{,}48 = 487 \text{ segundos.}$$

(1) Em inglês, diz-se que esse film é «controlling».

Se $h_B a$ é muito pequeno em relação a $h_A a$ e m não é muito pequeno, o termo $\frac{1}{m h_A a}$ é desprezível em relação a $\frac{1}{h_B a}$; portanto $\frac{1}{k_B a} \sim \frac{1}{h_B a}$,

ou

$$K_B a \sim h_B a$$

Gràficamente, este facto traduz-se em que

$$t g \beta = -\frac{h_B}{h_A} \sim 0 ,$$

e, portanto, a determinação das concentrações na superfície de separação, toma o aspecto da fig. 7.

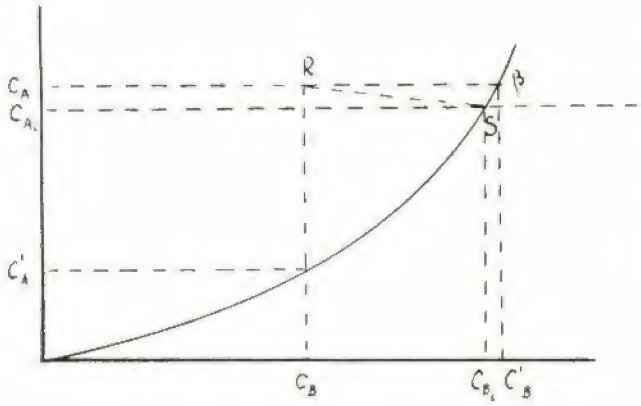


Fig. 7

Vê-se pois que $c_{Bi} \sim c'_B$, o que coincide com o facto de ser $K_B a \sim h_B a$.

Neste caso, o cálculo do tempo de extracção deve fazer-se sempre pela expressão

$$t = \frac{m_1}{h_B \, a \, c_{B_1} V} \int_0^{c_B} \frac{dc_B}{c_{Bi} - c_B} \sim$$

$$\sim \frac{m_1}{K_B \, a \, c_{B1} V} \int_0^{c_B} \frac{d \, c_B}{c_{Bi} - c_B}$$

II — *Extracção regulada pelo film na fase A*

Considerando, agora a expressão de $K_A a$, ter-se-á

$$\frac{1}{K_A \, a} = \frac{1}{h_A \, a} + \frac{m}{h_B \, a}$$

Se $h_A a$ é muito pequeno em relação a $h_B a$ e se m não for muito grande, ter-se-á que

$$K_A \, a \sim h_A \, a .$$

Gràficamente será, $tg \, \beta = -\frac{h_B}{h_A} \sim \infty$ e a construção tomará o aspecto da fig. 8.

Da figura, conclui-se que $c_{Ai} \sim c'_A$, o que é lógico visto que $K_A a \sim h_A a$.

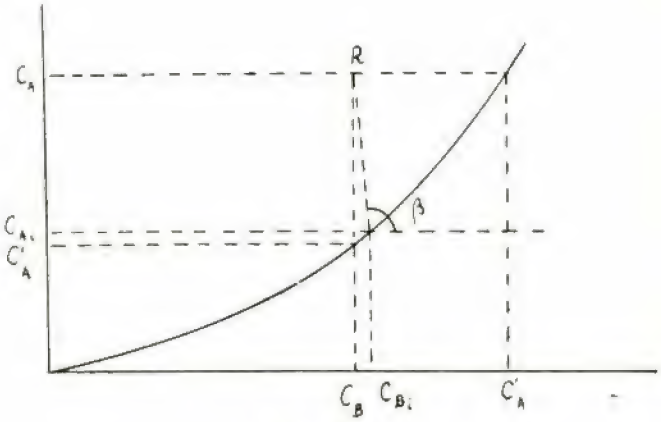


Fig. 8

Neste caso, a fórmula a aplicar para calcular o tempo de extracção será, necessàriamente,

$$t = \frac{m_1}{h_A \, c_{A1} V} \int_{c_A}^{c_{A_1}} \frac{d \, c_A}{c_A - c_{Ai}} \sim$$

$$\sim \frac{m_1}{K_A \, a \, c_{A1} V} \int_{c_A}^{c_{A_1}} \frac{d \, c_A}{c_A - c_{Ai}}$$

(Conclue no próximo número)

Contribuição para a tecnologia da indústria do sal

ESTUDO EFECTUADO NA MARGEM NORTE DO TEJO (PÓVOA DE S.TA IRIA)

POR ANTERA VALERIANA DE SEABRA GEADA

Engenheira Quimico-Industrial (I. S. T.)

Assistente da F. C. L.

(Conclusão)

II CAPÍTULO

C. D. 661

Bases que devem ser consideradas no cálculo e construção de salinas na margem norte do Tejo

Exemplo do cálculo duma salina para a produção de 1 ton/dia

Achamo-nos aptos, agora, a responder às questões que nos foram propostas o que faremos, por nos parecer mais concreto, com a resolução do problema indicado no título deste capítulo.

Para a sua construção racional será necessário proceder de acordo com o seguinte critério.

1 — *Escolha do local*

Este deve ser escolhido de modo que fique o mais afastado possível da margem do rio para que a tensão actual seja a menor possível. O terreno deve ser impermeável. A orientação a dar à salina deve ser tal que a direcção do vento perdominante seja paralela à maior diagonal dos compartimentos para que a sua acção seja mais eficaz.

2 — *Estudos a efectuar*

a) Da evaporação no local indicado para a sua construção e tanto quanto possível nas condições de trabalho.

Assim os valores mínimos achados são, como vimos,

Conc.	Evaporação diária mínima
3°— 10° Bé	8 mm
10°— 15° »	6 »
15°— 20° »	4 »
20°— 24° »	4 »
24°— 27° »	3 »

b) — De reduções de volume. Estas são constantes e por isso uma vez determinadas servem para qualquer salina e em qualquer região em que a água do mar tenha a mesma concentração. Segundo as nossas determinações, teremos as relações:

V.....	Volume a 24° Bé
1,68 V.....	» a 20° »
2,64 V.....	» a 15° »
4,56 V.....	» a 10° »
15,00 V.....	» a 3° »

tendo já incluído 20 % para perdas e águas residuais.

c) Relações entre as diversas superfícies evaporatórias e a superfície cristalizadora.

Estas são como vimos:

1 m² de talho em cimento, precisa de
1,02 m² de caldeira de moirar
1,44 m² de caldeira de fora
1,92 m² de caldeirões
7,83 m² de viveiro

3 — *Cálculo das superfícies necessárias para a produção pedida.*

Organizando ciclos de 10 dias teremos uma altura de 6 cm para altura da solução salina nos talhos em virtude da respectiva evaporação diária ser de 3 m/m e o volume de águas mãis ser metade do inicial (entrada para os talhos).

Efectuando os respectivos cálculos, obtemos o quadro seguinte:

Nome do tanque	Concentração Bé	Evaporação m/m	Superfície m^2	Volumes m^3	Altura cm
Viveiro	3°–10°	8	8.730	1.005	12
Caldeirão . . .	10°–15°	6	2.140	305	14
Caldeira de fora	15°–20°	4	1.605	176	10
Caldeira de moirar	20°–24°	4	1.135	112	9
Talhos	24°–27°	3	1.115	67	6
Águas-mãis . .				33,5	

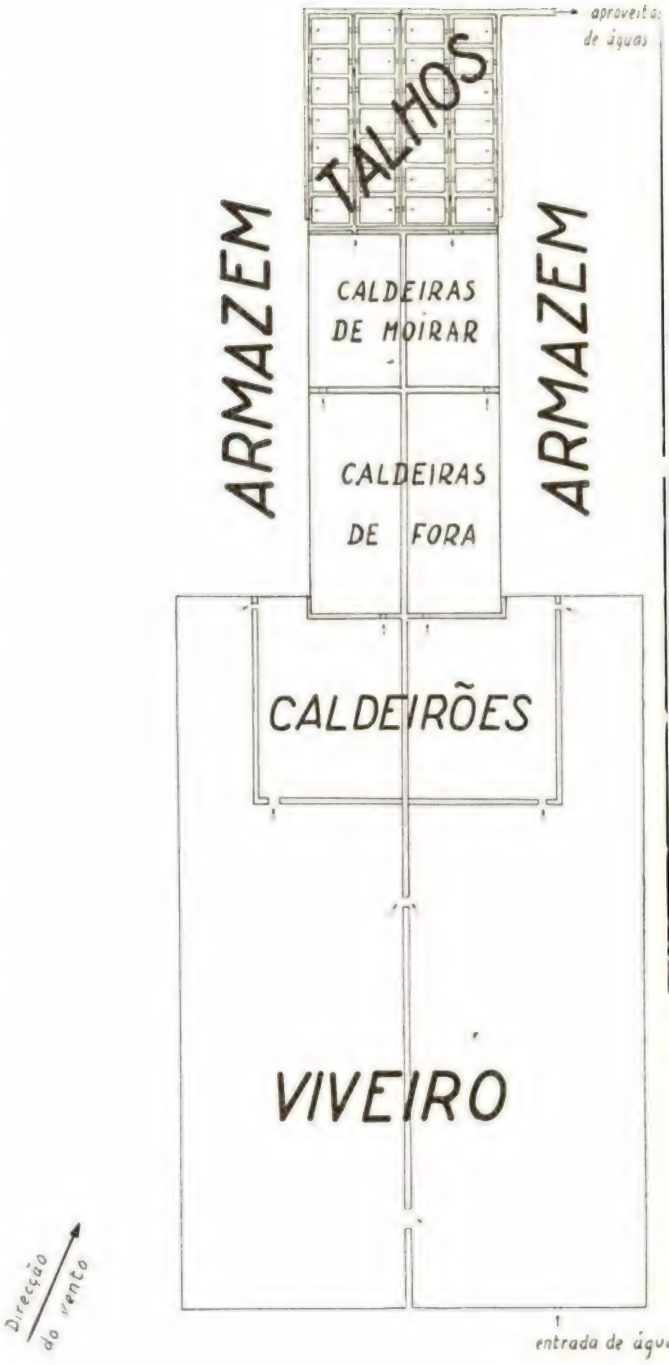
Verificamos que são necessários 1115 m^2 de superfície cristalizadora para a produção indicada e um total de 14.725 m^2.

Além desta superfície deveremos contar com mais 50 % para as passagens, divisões de compartimentos, armazém para o sal e utensílios, etc. Necessitaremos, assim, de uma área cêrca de 23.000 m^2.

4 — *Planta da salina*

Vamos arbitrar uma disposição que nos parece ser a melhor mas que, evidentemente, depende da topografia do terreno. O viveiro deverá ser construído na parte mais elevada mas de modo que tenha fácil acesso de água ou por entrada livre ou à bomba. O declive do terreno deverá ser aproveitado de modo que a solução passe de uns compartimentos para os outros por acção da gravidade.

Supõ-se o directo aproveitamento das águas mãis e assim basta um canal para a sua recepção e condução para o depósito da fábrica ou simples depósito para venda.



5 — *Natureza dos talhos e alturas a dar aos compartimentos*

Os talhos e respectivas barachas serão construídos em cimento visto que:

a) A qualidade do sal é melhor;
b) A evaporação diária é maior;
c) A mão de obra é mais fácil;

d) Mão de obra mais barata visto que a velocidade de reparação é 3 vezes mais rápida.

e) Fácil limpesa;

f) As barachas serão também, em cimento para que não prejudiquem a qualidade do sal.

As alturas a dar aos compartimentos serão:

	Altura de água	Altura do depósito
Talhos	6 cm	9 cm
Caldeiras de moirar	9 cm	15 cm
Caldeiras de fora . .	10 cm	15 cm
Caldeirões	14 cm	20 cm
Viveiro	12 cm	20 cm

6 — *Instrumentos e registos necessários para o controle da produção*

Estes são tão necessários nesta indústria como noutra qualquer e consta principalmente de:

Um aerómetro e respectiva proveta para a determinação da concentração;

Indicadores de altura de água que podem ser umas simples estacas de madeira pintada;

Um mapa para o registo diário da exploração à semelhança do que apresentamos atrás, mas com as modificações necessárias para esta salina. Isto permitir-nos á um fácil controle e elementos de estudo para novos melhoramentos.

7 — *Técnica a seguir*

Estudado o modo de entrada de água, distribuídas as áreas no terreno escolhido e efectuada a sua construção indiquemos a técnica a seguir logo que as condições de impermeabilidade do terreno o permitam.

Essa técnica será:

A água entra a cerca de 3° Bé para o viveiro. Aqui estaciona, segundo o ciclo, durante 10 dias, ao fim dos quais deverá ter atingido a concentração de 10° Bé, passando, então, para os caldeirões. Logo que nestes atinja os 15° Bé, passará para as caldeiras de moirar, onde atinje 24° Bé, ou seja a concentração necessária para entrar nos talhos. Nestes, a solução atinge os 27° Bé, precipitando o sal. Retira-se, então, este para as barachas, donde será levado para o armazém. Simultâneamente, as águas serão expulsas para o canal de condução ao local de aproveitamento. A solução deverá permanecer o máximo 10 dias em cada compartimento. Assim será efectuada a primeira rapação ao fim de 50 dias seguindo-se depois de 10 em 10 dias visto que, logo que a solução passa para o compartimento seguinte, deve-se, imediatamente, encher o anterior com nova água. Temos pois, toda a conveniência em que a primeira entrada se faça o mais cedo possível mesmo que o tempo não favoreça muito a evaporação.

Durante esta primeira entrada de água é necessário manter todos os compartimentos com alguma água para que a salina não seque o que se consegue com pequenas alturas para que não alterem, sensìvelmente, a concentração da água que depois entra. O início da campanha tem certas dificuldades que a prática ensina a combater. É necessário um controle, constante, da concentração, pois, esta é tão variável como as condições atmosféricas no nosso país e é necessário sabermos aproveitar os adiantamentos para compensar os possíveis atrazos ou mesmo melhorar o rendimento.

8 — *Produção da campanha*

1 t/dia $\times$ 120 dias = 120 t/campanha de sal a 27° Bé;

e 10 t/ciclo;

e 400 m^3 de águas mãis a 27° Bé/campanha normal.

9 — *Mão de obra*

Tomemos 1/2 h, por excesso, (são cerca de 20 minutos) para a rapação de 40 m^2 ou sejam 14 h para os 1115 m^2. As entradas e saídas de águas pouco tempo consomem ao operário visto que se fazem naturalmente. Enquanto uns talhos se rapam, escoam-se as águas mãis e enchem-se, novamente, outros. Ponhamos mais duas horas para este serviço o que quere dizer que nos bastam dois operários para a salinação. Um deles deverá saber ler e escrever para ajudar convenientemente, o dirigente da salina.

Podemos considerar um operário permanente e os outros sòmente dois dias em cada cíclo, um dia para a rapação e outro para armazenagem. Poderemos, então, fornecer a seguinte relação:

1 hora	80 m²	720 kg	
8 »		5.760 kg	1 homem-dia

Logo por cada tonelada precisamos de

$$\frac{1}{5,76} = 0,17 \text{ homens-dia}$$

Com a resolução desta salina tipo qualquer, na mesma região, será fàcilmente calculada. O cálculo de salinas tipos em todas as regiões salícolas do país parece-nos de grande interesse.

Damos, assim, por terminados os nossos estudos.

Valores mais exactos só poderão ser fruto de várias campanhas em boas condições ou em salinas novas, se possível fosse, em virtude da variabilidade do nosso clima. Seria interessante proceder-se a estudos semelhantes em todas as regiões salícolas do país. Para isso bastaria uma pequena taxa suplementar sobre cada tonelada de sal produzido a qual serviria para financiar o estudo dessas regiões. Para este pequeno estudo dispendeu a Companhia Industrial Portuguesa — a quem nos cumpre agradecer todas as facilidades dispensadas para a sua realização — cerca de três dezenas de contos.

O aproveitamento das águas mãis

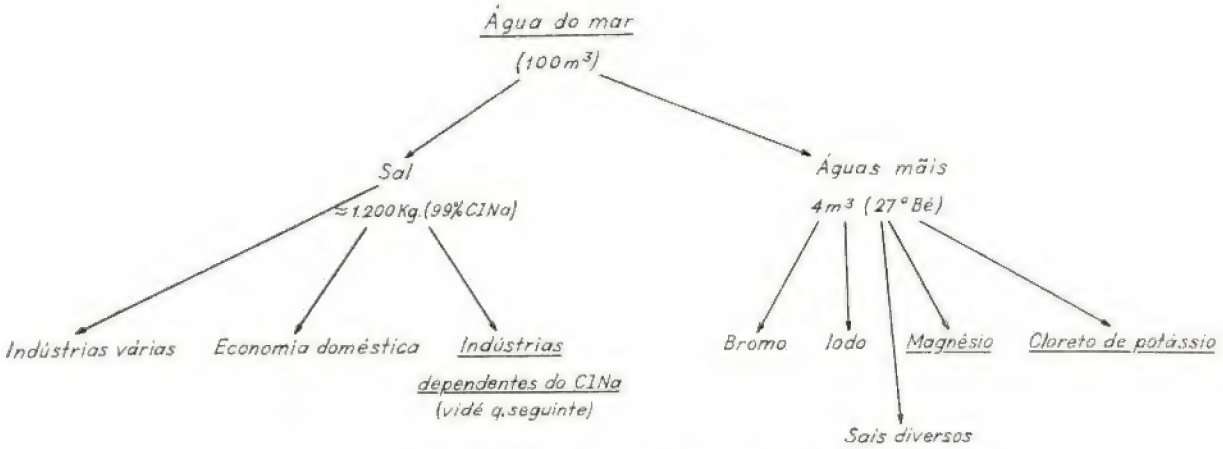
Como apêndice vamos dar algumas notas sobre este problema bastante importante e que está directamente ligado com a técnica indicada.

Este aproveitamento é feito em várias salinas dos outros países como no sul da França e na Escócia.

Fornecemos, apenas, um esquema dos produtos mais importantes que podem ser extraídos da água do mar e uma análise desta (1), deixando as conclusões ao livre arbítrio dos nossos leitores. Lembramos, ainda, que possuimos cerca de *20 milhões de m² de superfície salícola* (2) na qual devem circular pelo menos *6 milhões de metros cúbicos de água do mar!* Dum mar que se, outrora, nos trouxe a independência comercial nos pode hoje auxiliar na independência industrial.

(1) Análise da água do mar, a 20°54'N — 40°54'O, segundo Bibra, Aunaleu — 77,90.

(2) Segundo os mapas das regiões salícolas apresentados em «A indústria do Sal em Portugal» pelo prof. Charles Lepierre.



Análise da água do mar (1):

Na	10,464 g/l	K	0,725 g/l
Cl	19,012 »	$SO_4^{=}$	2,446 »
Mg	1,273 »	Br	0,310 »
Ca	0,468 »		

REPUBLIC STEEL CORPORATION

NEW-YORK

Aços ao carbono, aços de liga e inoxidáveis
Ferros perfilados, arames, tubos, etc.
Folha de Flandres, Ferro de fundição
Produtos manufacturados de aço, etc.

REVERE COPPER AND BRASS INCORPORATED

NEW-YORK

Cobre e suas ligas; Magnésio
Ligas de alumínio em chapa, folhas, tiras, tubos, etc.
Produtos manufacturados de cobre, suas ligas, etc.

EM EXCLUSIVO PARA PORTUGAL

F. NÓBREGA DE LIMA, L.DA

LONDRES
115, Park Street London, W. 1

Sede
Avenida 24 de Julho, 1, 2.° D.
LISBOA

PORTO
Rua Sá da Bandeira, 562, 3.°

OILITE

CHUMACEIRAS DE BRONZE DE

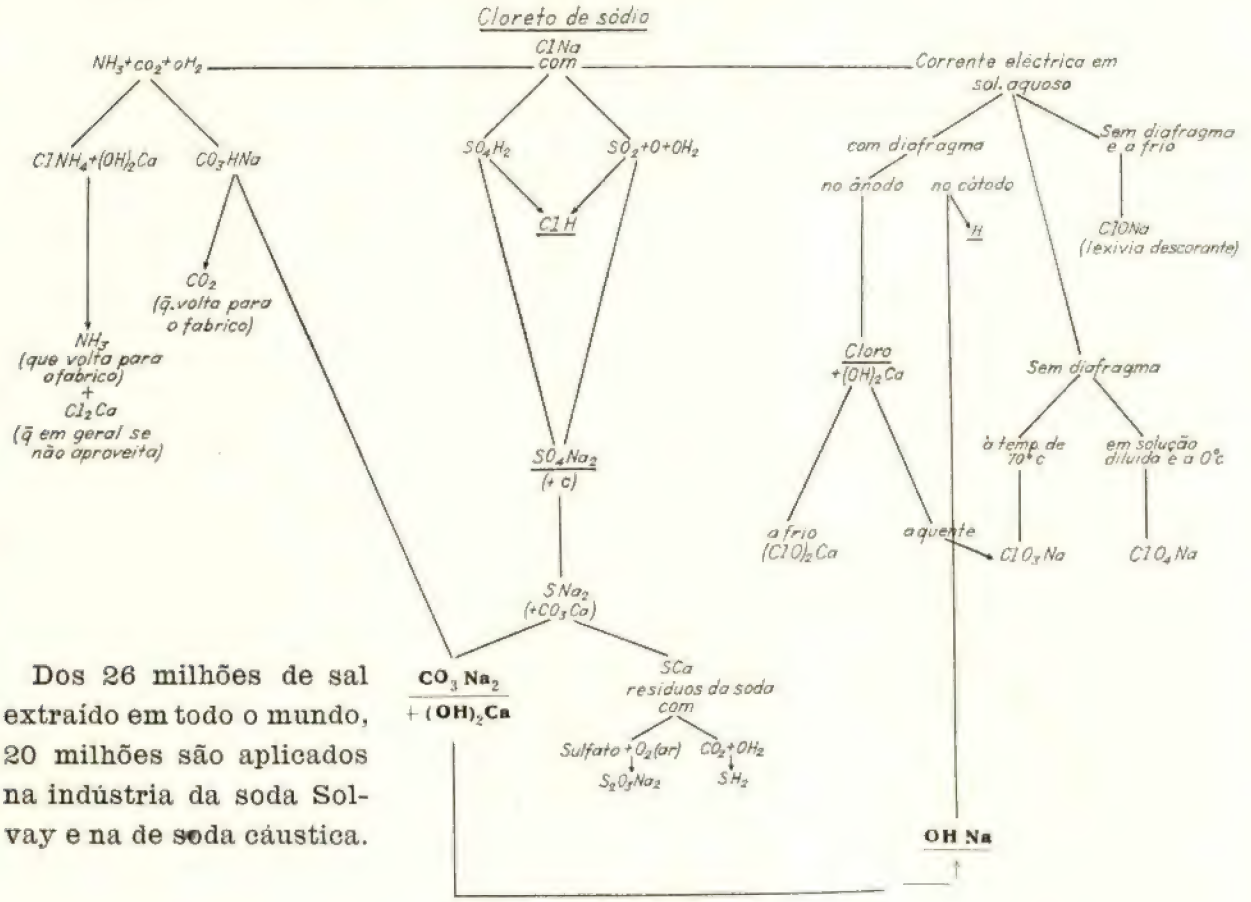
AUTO LUBRIFICAÇÃO

Contêm lubrificante sufuciente para as tornar eficientes em largas variações de velocidade e carga em prolongados períodos de serviço aturado. A precisão das dimensões de acabamento podem ser mantidas dentro de tolerancias mínimas do que as possíveis com as chumaceiras vulgares.

ARGENTES EM PORTUGAL:
AHLERS, LINDLEY, LDA.
RUE BERNARDINO COSTA, 13-2° & 3°,
LISBOA

THE MANGANESE BRONZE & BRASS CO. LTD
HANDFORD WORKS, IPSWICH TELEPHONE IPSWICH 2127 TELEGRAMS "BRONZE IPSWICH"

Quadro sinóptico das indústrias cuja matéria prima é o cloreto de sódio



Dos 26 milhões de sal extraído em todo o mundo, 20 milhões são aplicados na indústria da soda Solvay e na de soda cáustica.

Cumpre-nos, finalmente, agradecer a todos os componentes da Companhia Industrial Portuguesa que, connosco, directa ou indirectamente colaboraram, nomeadamente, ao seu director técnico Sr. Engenheiro João Lopes Raimundo, a quem devemos o ter tido ocasião e possibilidade de realizar este trabalho e ainda, aos Srs. Engs. Afonso Morgenstern e Manuel Anjos.

Notas à excursão dos alunos do 6.° ano de minas a França e Espanha (curso de 1946-47)

POR JOSÉ ROGADO E FERNANDO FREITAS

Do curso de Eng. de Minas

(Conclusão)

C. D. 622:1

IV PARTE — MINA DE MALVEZY

I — *Esboço das condições de jazida*

Nas vizinhanças de Narbonne encontra-se uma lentilha de Oligocénico onde ocorre o Enxofre nativo, e que forma um anticlinal de flancos que inclinam entre 15° e 25° e cujo eixo está orientado de NE para SO. Neste anticlinal ocorrem, em profundidade, xistos betuminosos com Enxofre nativo, e à superfície calcáreos margosos em plaquetes também com intercalações de Enxofre nativo.

O Enxofre visível aparece em Malvezy, sede da concessão e onde se concentra o desmonte a céu aberto, em três estados diferentes (1):

1.° — Enxofre amarelo cristalizado

2.° — Enxofre branco amorfo

3.° — Mistura de estas duas variedades em impregnação nos calcáreos.

Deve ainda considerar-se, além deste Enxofre visível a existência de Enxofre em dimensões microscópicas espalhado pelas rochas do tecto ou muro e que aumenta a riqueza da formação. O teor médio de S oscila por 8 %.

II — *Notas sobre a exploração*

Actualmente (1947, Abril) o desmonte é feito a ceu aberto por cortes horizontais com martelos de ar comprimido. O material desmontado é carregado para 10 camiões a gasóil e 3 a gasolina por intermédio de 4 pás mecânicas com compacidades de 300 a 700 l por pàsada.

Prevê-se a montagem de uma grande drag-line, num futuro próximo e simultâneamente a intensificação dos trabalhos de fundo que estão actualmente na traçagem, visto ter sido verificado que o teor de S aumentava em profundidade.

As reservas conhecidas podem ser avaliadas em alguns milhões de toneladas, e o arranque actual orça por 600 T/dia de 8 horas.

III — *Notas sobre a lavaria.*

a) *Descrição*

Razões que à frente indicaremos levaram a construir uma lavaria onde o tal-qual é britado, pulverizado e flutuado até concentrações em Enxofre 60/80 %. Seguindo-se uma secagem, uma cristalização por arrefecimento, e finalmente uma mistura em proporções convenientes com minério tal-qual seco até obtenção do chamado Enxofre de Narbonne com 30 % de Enxofre, finamente pulverizado e de utilização na agricultura.

A mesma lavaria permite fabricar o mesmo Enxofre de Narbonne por simples mistura de enxofre puro de importação como tal-qual da mina.

As instalações gerais da lavaria foram previstas para tratamento de 500 T de minério/dia. Os misturadores e pulverizadores permitem desde já uma produção de 150 T/dia (dois turnos de 8 horas) e podem ser ràpidamente adaptados a uma produção de 60.000 T/ano.

À lavaria chegam umas 600 T/dia (24 horas) de uma mistura de margas com enxofre

com teores de enxofre à roda de 8 %. Este produto é descarregado para uma tremonha que despeja sobre uma grelha de 400 mm de abertura.

O supra-grelha é obrigado a passar à marretada e tem-se por isso apenas uma infra-grelha que é lançado graças a um canal oscilante montado sobre esferas em outra torba que alimenta uma segunda grelha de 75 mm de abertura.

O mais 75 mm percorre uma correia transportadora onde sofre escolha manual para ser lançado em um quebrador Blake. O menos 75 mm junta-se à saída do Blake e vai para «stok» ao ar livre Um scraper retoma-o e lança-o numa correia transportadora que alimenta 3 silos de 70 T/ cada. Estas descarregam sobre três crivos oscilantes de 25 mm de malha que fornecem cada um dois produtos:

O supra-crivo que é lançado em um moinho giratório Kennedy (há um moinho para cada crivo) e o infra-crivo que é misturado com a saída dos moinhos e lançado num canal hidráulico com a capacidade de 500 T/dia onde é doseado com a água considerada suficiente para o bom andamento da operação subsequente: pulverização. Uma parte do infra-crivo saída dos moinhos é desviada do circuito de pulverização e flutuação por um distribuidor colocado antes do canal hidráulico, e é lançada em uma correia transportadora que a leva até a um forno de secagem donde passa ao silo de minério tal-qual seco e britado (< 25 mm).

A pulverização realiza-se em um moinho

MINAS DE MALVEZY

Aspectos do Desmonte e Carga

de bolas bicónico com diâmetro máximo de $1^m,40$ em circuito fechado com um classificador de palhetas. A polpa reduzida a menos 40 é lançada num condicionador onde por cada tonelada de minério se faz a mistura com 400 gr de óleo de pinho e 1.200 kg de gasóil. Como se vê apenas se usam espumantes, o que é explicado pelo facto sabido de ser o enxofre uma substância não polar e portanto fortemente hidrófobo e que dispensa por isso o colector. O pH é mantido em 7,2 e a relação sólidos-líquido vale 1/3.

Uma bomba Wilfley eleva a polpa assim preparada para o circuito de flutuação que compreende: *a*) 4 baterias de 10 células Denver Sub-A desengrosadoras ou pre-refinadoras (roughers) com a capacidade de 1 m^3 cada. Recebem uma polpa contendo sólidos a 8 % de S e fornecem uma espuma com 45 % de S e um estéril com 2.5 %. Este estéril é bombado para um lago artificial de decantação e evaporação. *b*) 2 baterias de 8 células subdivididas em: 4 células refinadoras (cleaners) e 4 células pre-refinadoras (recleaners). Todas estas células têm 0,8 m^3 de capacidade cada. As espumas das células refinadoras constituem a alimentação das células pre-refinadoras e o regeitado desta juntamente com as espumas a 45 % de S das pre-refinadoras forma a alimentação das células refinadoras que dão também um misto reenviado ao condicionador.

As espumas (concentrado) das células post-refinadoras contém enxofre a 80 % e são lançadas num espessador, cujas lamas são bombadas pela clássica bomba de diafragma até ao filtro de vácuo. Um parafuso sem fim transporta o concentrado de flutuação seco no filtro para a fusão realizada em paralelo em duas estufas. Cada uma destas estufas consta de um vaso de parede dupla em duas tomadas de vapor:

Vapor a 4 kg/cm^2 que circula entre as paredes da estufa e se destina apenas a manter a temperatura à roda dos 125°.

Vapor a 7 kg/cm^2 injectado no interior da massa de enxofre fundido para purificação final.

O banho em fusão é ainda agitado por um impulsor que gira com 200 r. p. m. A sangria faz-se superficialmente para uma tela metálica colocada sobre um chuveiro (correia sandwich) e que conduz o enxofre arrefecido e mais ou menos pulverizado a um moinho de cilindros que descarrega através uma nora nos silos de minério concentrado ($\simeq$80 % de S) colocados paralelamente aos silos de minério tal qual seco ($\simeq$ 8 % S). Parafusos misturadores tomam os diferentes produtos de cada dois silos paralelos, fazem a sua íntima mistura nas proporções convenientes (21,4 de concentrado para 48,6 de tal-qual) e descarregam sobre um moinho Raymond (Raymond bow mill; v. Tagsand, 6 — 0.8), que trabalha em atmosfera inerte de CO^2, e forma um produto final a 95 % $<$ 200 # — o Enxofre Narbonne. São produzidas em 8 horas de trabalho 70 toneladas de tal produto que é ensacado em sacos de papel.

Vê-se portanto que nesta lavaria se levou a concentração em enxofre do concentrado até uns 80 % para depois o empobrecer até 30 %.

A razão deste paradoxo aparente está no desejo de diminuir as perdas nos estéreis. Por outro lado baseado numa experiência recente cuja aceitação no mercado francês não está ainda completamente estabelecida — o enxofre a 30 % para tratamento das vinhas — a lavaria devia ser projectada de modo a fazer face às opiniões desse mercado. Mais conduzindo a concentração até 80 % fica a emprêsa apta a poder fornecer produtos com teores de enxofre abaixado 0,8 que se julgam mais convenientes. Ganha-se portanto em elasticidade e não se enfeuda definitivamente a empresa a um certo tipo de produto que circunstâncias fortuitas podem condenar.

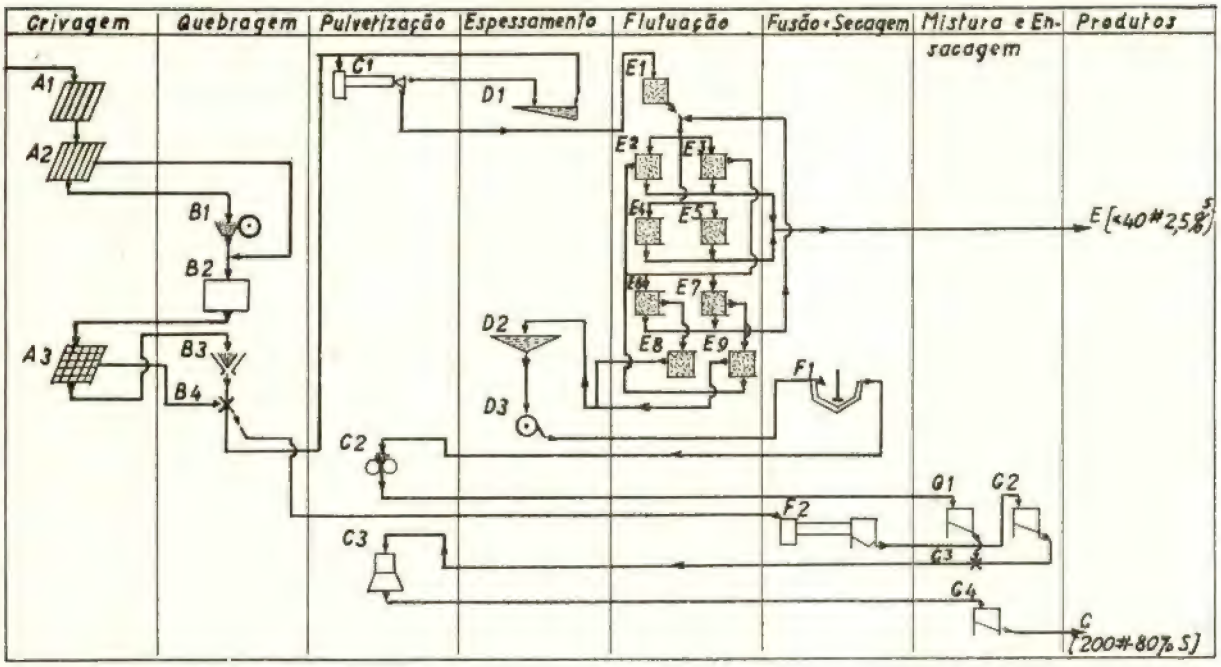
β — *Cálculos* (1)

Como se viu em todo o circuito a concentração apenas se realiza na flutuação (2). É ela portanto que regulará a recuperação e a taxa de concentração do conjunto.

(1) Estes cálculos são apontados apenas como exemplo de aplicação dos conhecimentos dos alunos.

(2) Dispensamos a concentração inicial na escolha manual e também a concentração final da fusão, por simplicidade.

Esquema da Lavaria [1]



[1] Para simplificação suprimiram-se as operações acessórias.

Legenda

A_1 — 1 grelha de 400 m/m ; 8 T de carga útil
A_2 — 1 grelha de 75 m/m
A_3 — 3 crivos vibrantes de 25 m/m
B_1 — 1 quebrador Blake
B_2 — 3 silos de 70 T cada
B_3 — 3 moinhos Kennedy
B_4 — 1 distribuidor
C_1 — 1 moinho de bolas bicónico de $1^m,40$ de ø
C_2 — 1 moinho de cilindros
C_3 — 1 moinho Raymond para marcha em atmosfera inerte de CO_2
D_1 — 1 classificador de palhetas
D_2 — 1 espessador
D_3 — 1 filtro de vácuo
E_1 — 1 condicionador
E_2, E_3, E_4 e E_5 — 4 baterias de 10 células Denver-Sub-A de 1^{m3} de capacidade — células pre-refinadoras
E_6 e E_7 — 2 baterias de 4 células Denver-Sub-A de $0,8^{m3}$ de capacidade — células refinadoras
E_8 e E_9 — 2 baterias de 4 células Denver-Sub-A de $0,8^{m3}$ de capacidade — células post-refinadoras
F_1 — 2 Estufas de fusão de Enxofre a 80 %
F_2 — 1 forno rotativo de secagem do tal-qual pulverizado
G_1 — 1 silo de armazenagem do concentrado pulverizado
G_2 — 1 silo de armazenagem de tal-qual pulverizado seco
G_3 — 1 misturador
C_4 — 1 silo de armazenagem do Enxofre de Narbonne a 30 %.

Sejam :

a ≃ 0,08 percentagem de S na alimentação do circuito de flutuação.

c ≃ 0,80 percentagem de S no concentrado do circuito de flutuação.

e ≃ 0,025 percentagem de S nos estéreis do circuito de flutuação.

α) Recuperação

A recuperação R definida como sendo a relação entre o peso da espécie rica existente no concentrado produzido a partir da unidade de alimentação e o peso da mesma espécie na unidade de alimentação pode exprimir-se do seguinte modo

$$R = 100 \frac{c\,(a - e)}{a\,(c - e)}$$

E substituindo valores obtém-se para a lavaria de Malvezy :

$$R = 81,5\ \%$$

Isto quer dizer que uns 18 % do S do minério obtido são completamente perdidos nos estéreis de flutuação o que no fim de um ano de 300 dias para um arranque diário de 300 T se traduz em 16.200 T de Enxofre desperdiçadas. Deste número se podem tirar duas conclusões:

I) Ser interessante melhorar o rendimento da flutuação.

II) Dever-se considerar um tratamento dos estéreis de flutuação.

III) Estar completamente justificada a concentração até um grau elevado embora o produto vendável tenha concentração mais baixa.

β) *Taxa de concentração*

Como se sabe, chama-se taxa de concentração K à relação entre o peso da alimentação de dada operação, em certo intervalo de tempo, e o peso de concentrado obtido nesse mesmo intervalo de tempo a partir daquele peso.

Pode exprimir-se como se segue

$$K = \frac{c - e}{a - e} \quad ,$$

que no caso de Malvezy conduz a K = 12,3.

Isto é, são necessárias 12 toneladas de minério pulverizado seco a 8 % para se obter uma tonelada de concentrado seco a 40 %.

Este número permite relacionar o tempo de trabalho (n.º de turnos de 8 horas) da lavaria com o tempo de trabalho do desmonte. Com efeito vimos que actualmente (Abril-1947) a produção da lavaria orçava por umas 70 T/8 horas e que o desmonte fornecia 300 T/8 horas; chamando S ao peso do Enxofre a 80 % e B ao peso do Enxofre bruto pulverizado e seco a 8 %, s = 0,8, b = 0,08 e c = 0,30, será simultâneamente

$$\begin{cases} S + B = 70 \\ S s + B b = 70\, c \end{cases}$$

Sistema que resolvido conduz a

$$S = 21{,}4 \text{ T}$$

$$B = 48{,}6 \text{ T}$$

Quer dizer que o distribuidor colocado sob um dos crivos Kennedy, como vimos, deve ser capaz de fornecer para secagem no forno à roda de 50 T/8 horas [1].

Esta conclusão permitiu projectar tal distribuidor e considerações análogas permitirão escolher os futuros distribuidores quando se queira variar a produção.

Por outro lado como K = 12,3 a parte do tal-qual arrancado que é tratado em 8 horas, será

$$K\, S + B = 312{,}6 \text{ T}$$

O que significa que para absorver a tonelagem arrancada mantendo a capacidade horária da lavaria se deve trabalhar nesta em dois turnos e com um único no desmonte.

V PARTE — REFERÊNCIA ÀS MINAS DE POTÁSSIO DE ZÚRIA

A descoberta do jazigo de potássio de Zúria, na Catalunha, data de 1912 (embora se deva fazer referência ao Eng.º de Minas S. T. Codina, que em Abril de 1897, chamava a atenção sobre a conveniência de fazer investigações na Catalunha em busca de sais de potássio), e já em 1914 as concessões outorgadas se estendiam por 100.000 hectares, e a área cativa valia 300.000 hectares.

Posteriormente em 1923 podia afirmar-se a existência de um jazigo salino de 42 qui-

[1] Não entramos neste cálculo com a humidade de pedreira do minério, porque não temos dados sobre os seus valores durante o ano.

lómetros de comprimento por 15 de largura, onde dos 23 furos de sonda realizados 18 revelaram a existência de sais de potássio a profundidades que permitiam desde logo a exploração. Dentro do jazigo encontrava-se mesmo já cubicada uma zona que se estendia desde 1,5 km a Oeste de Zúria até 2,5 km a Este de Balsareny, isto é numa extensão de uns 15 km. A largura desta zona oscila entre 4 e 5 km. O sais de potássio ocorrem aí entre os 200 e 800 metros de profundidade, isto é, a uma profundidade média da ordem da das minas da Alemanha e Alsácia.

As análises revelaram a existência de Silvanite e Carnalite e atribuindo ao jazigo reconhecido metade da possança cortada nas sondagens podia em 1923 afirmar-se que existiam 268 milhões de toneladas de OK_2 a profundidades exploráveis. Este número representa mais de 2.000 milhões de toneladas de sais potássicos tal-qual, dos quais 400 milhões se devem considerar de Carnalite e os restantes de Silvanite.

TOPOGRAFIA GERAL

PELO ENGENHEIRO

CARVALHO XEREZ

EXCURSÃO DE ESTUDO DOS 4.º E 5.º ANOS DE QUÍMICA-INDUSTRIAL

Notas sobre a visita à MABOR, OLIVA e AMONÍACO PORTUGUÊS

Por nos parecer de grande interesse, é nosso objectivo nas notas que se seguem, relatar, se bem que sucintamente, algumas impressões colhidas junto dos importantes centros industriais que visitámos nos dias 8 e 9 de Junho.

Aproveitamos o ensejo para renovar aos Conselhos de Administração das Empresas proprietárias dessas Fábricas os nossos melhores agradecimentos pela boa vontade manifestada e cativante acolhimento.

São devidos, também, ao Director Interino do I. S. T., Prof. Eng.º João Adrião de Sequeira, assim como aos Senhores Prof. Eng.º Magalhães Ilharco e Assistente Eng.º Chagas Roquette os nossos agradecimentos pe'o auxílio dispensado na realização desta Excursão.

I — MABOR

Na fábrica de pneus, câmaras de ar, sacos de vulcanização e talões, que a Manufactura Nacional de Borracha (MABOR) possui em Lousado, concelho de Vila Nova de Famalicão, fomos recebidos pelos membros do Conselho de Administração da Empresa, Senhores Conde da Covilhã e Eng.º Abel Pego Fiuza, tendo-nos elucidado sobre as várias operações de fabrico o Director Técnico, Senhor Eng.º Rodolph Ulrich, assim como o seu adjunto Mr. Mosley e o Chefe de Laboratórios, Senhor Eng.º Raymond.

Matérias primas — A Fábrica utiliza como matéria prima principal (na fabricação do pneu entram 63 produtos químicos diferentes) borracha de Angola e da Malásia, a primeira de fraca qualidade por deficiência do tratamento dado pelos indígenas. Outras matérias primas utilizadas em quantidades apreciáveis são: enxofre, negro de fumo, óxido de zinco, lonas, cordas, etc., que se espera sejam, dentro em breve, todas de produção nacional.

Tratamento e mistura das matérias primas — Os fardos de borracha são cortados numa prensa; a borracha cortada é lavada num moinho de cilindros, após o que é seca numa estufa a cerca de 40º C. Da estufa, parte segue para outro moinho idêntico ao anterior onde é adicionada de negro de fumo. Esta massa é junta à borracha sem qualquer adição, aos desperdícios de fabrico e a outros produtos, cuja acção é notável na vulcanização ou que melhoram as propriedades da borracha (S, OZn, agentes anti-oxidantes, etc.), efectuando-se a mistura em moinhos do tipo dos anteriores.

Fabricação do pneu — A borracha assim tratada passa, em seguida, numa fieira donde sai com secção apropriada e é cortada em tiras por tesouras mecânicas, sendo o peso e dimensões dessas tiras, posteriormente corrigidos para os diferentes tipos de pneus.

Republic Steel Corporation
New York

Revere Copper And Brass Incorporated
New York

Martin, Black & Co. (Wire Ropes), Ltd.
Coatbridge -- Escócia

E. W. Bliss & Co., Ltd.
New York — Londres — Paris

Signode Steel Strapping Co.
Chicago

Daniel Adamson & Co, Ltd.
Dunkinfield — Inglaterra

Fairbanks, Morse & Co. Inc.
New York

Bruce Peebles & Co., Ltd.
Edinburg — Escócia

Consolidated Pneumatic Tool Co., Ltd.
Londres

Chicago Pneumatic Tool Company
New York

Frederick Parker, Ltd.
Leicester — Inglaterra

Blaw-Knox, Ltd.
Londres

Phoenix Engineering Co, Ltd.
Chard — Inglaterra

Motor Rail, Ltd.
Bedford — Inglaterra

British Ropeway Engineering Co., Ltd.
Londres

Drag Scraper Engineering Co., Ltd.
Londres

British Steel Piling Co., Limited
Londres

REPRESENTANTES EXCLUSIVOS PARA PORTUGAL

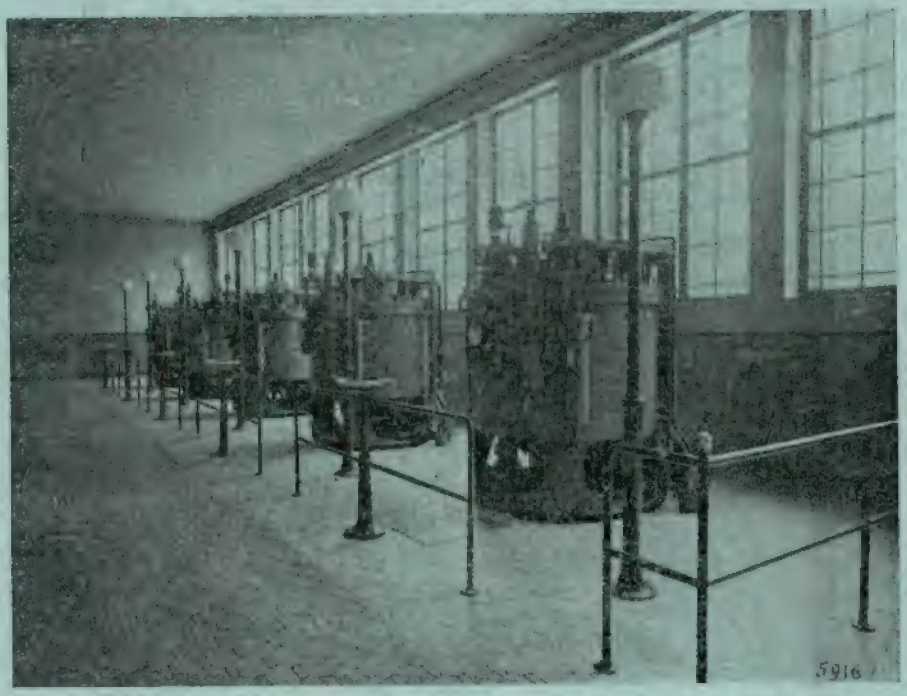
F. NÓBREGA DE LIMA, L.DA

LONDRES
115, Park Street London W. I

Sede
Avenida 24 de Julho, 1, 2.º D.

PORTO
Rua Sá da Bandeira, 562, 3.º

Ateliers de Constructions Electriques de Charleroi



Aparelhagem eléctrica em geral — Geradoras de todos os géneros e de todas as potências — Turbo-alternadores — Motores para todas as indústrias e aplicações — Transformadores para todas as potências — Comutatrizes simples e em cascata — Rectificadores de vapor de mercúrio.

Material de tracção eléctrica — Comandos eléctricos de laminadores — Máquinas de extracção eléctricas — Pontes rolantes e gruas — Todos os aparelhos de elevação e manutenção — Motores especiais para a indústria têxtil — Bombas centrífugas em geral — Bombas de esgotamento.

Sinalização eléctrica para caminhos de ferro — Sinalização para minas e metalurgia
Iluminação eléctrica de carruagens de caminhos de ferro.

Cabos telefónicos — Cabos armados para alta e baixa tensão — Fios e cabos revestidos de borracha — Caixas e acessórios para cabos — Tubos isolantes e acessórios — Todas as aplicações electro-magnéticas.

REPRESENTANTES

NOGUEIRA LIMITADA

LISBOA
RUA DOS DOURADORES, 107
TELEFONE 2 1381-2

PORTO
RUA DO ALMADA, 136
TELEFONE 7 167

Paralelamente, outra fracção obtida por mistura de borracha com negro de fumo, de borracha sem adições e de adições, num moinho de cilindros vai servir para impregnar, numa calandra, as lonas que vão constituir as telas.

A junção das telas impregnadas de borracha e dos talões, à massa de borracha obtida na primeira fase é feita individualmente e semi-manualmente em moldes apropriados. O conjunto sofre uma prensagem prévia, com câmaras de ar no interior, o que lhe permite tomar uma forma adequada para ser trabalhado nos moldes das prensas de vulcanização.

Os talões são constituidos por arame de aço cobreado, com coeficiente de dilatação próprio para o fim em vista e revestidos de borracha.

Fabricação de câmaras de ar e sacos de vulcanização — As câmaras de ar e sacos de vulcanização são fabricados por processos idênticos. A missão destes últimos é a de facilitar a operação de vulcanização do pneu, permitindo uma perfeita transmissão de calor, por circulação de ar e água no seu interior e conseguindo uma melhor adesão do pneu ao molde da prensa de vulcanização.

Um aspecto da visita à «Mabor»

A borracha que se destina à obtenção das câmaras de ar é lançada numa máquina de extrusão, que lhe dá a secção apropriada, arrefecida em água, seca, cortada e lançada, após colagem e junção da válvula, na vulcanização.

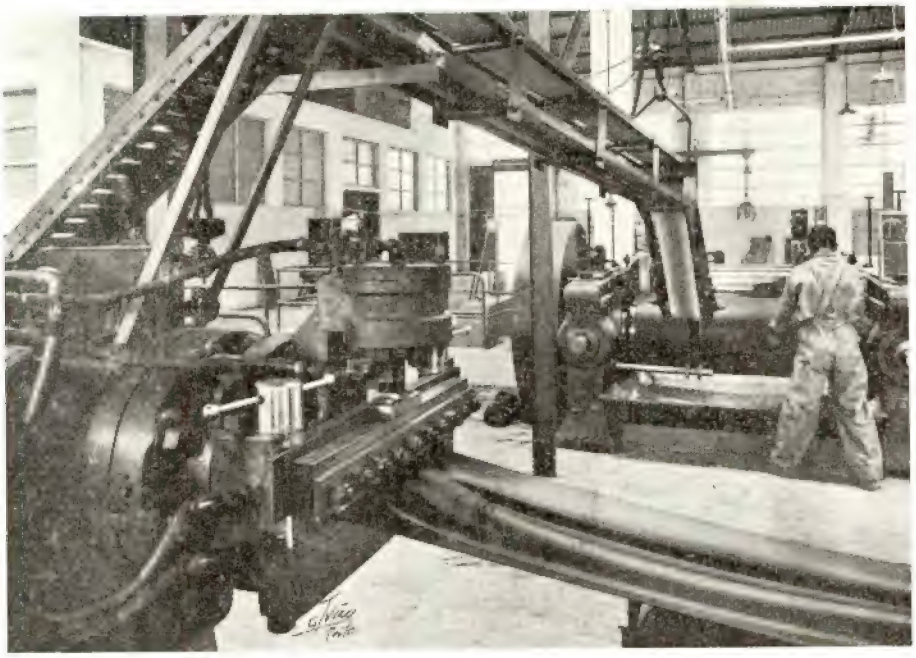
Vulcanização — A operação de vulcanização dos pneus, faz-se em prensas especiais. O pneu, que já sofrera uma prensagem prévia, é introduzido no molde da prensa com o saco de vulcanização no interior.

Esta operação é completamente automática (abertura e fecho da prensa, saída e regulação de ar, água e vapor) e a sua duração é função do formato do pneu, sendo da ordem de grandeza de uma hora.

A vulcanização das câmaras de ar não exige sacos de vulcanização e é muito mais rápida.

A operação de vulcanização é a parte mais delicada de todo o fabrico e está

submetida a um cuidadoso controle de laboratório. A sua finalidade é a melhoria das condições de resistência à temperatura e aos dissolventes e aumentar a elasticidade



Fabricação de câmaras de ar

da borracha (a borracha não vulcanizada comporta-se quase exclusivamente como uma substância plástica).

Controle de fabricação — A produção da Fábrica é cuidadosamente controlada por ensaios feitos no laboratório, como sejam: medições de elasticidade, dilatação sob cargas variadas, cargas de rotura, enxofre não combinado (que dá uma medida de vulcanização), envelhecimento, solubilidade, etc.

Existe, também, anexa ao laboratório uma instalação piloto, onde se podem efectuar em pequena escala todas as operações necessárias ao fabrico dum pneu ou câmara de ar.

Assistência Social — A Fábrica que emprega cerca de 300 operários tem instalações modelares e uma assistência social bastante desenvolvida.

* * *

Na Cantina foi-nos oferecido um almoço a que presidiu o Senhor Conde da Covilhã, do Conselho de Administração e ao qual assistiram além do Senhor Eng. Abel Pego Fiuza, do mesmo Conselho, os três únicos técnicos americanos da Fábrica e dois técnicos portugueses.

Às saudações que nos foram dirigidas pelo Senhor Conde da Covilhã, responderam, em nome dos alunos, o Senhor Eng. Chagas Roquette e em nome do Instituto o Senhor Prof. Eng. Magalhães Ilharco.

II — OLIVA

As Oficinas Metalúrgicas Oliva em S. João da Madeira, produzem caldeiras e radiadores para aquecimento central, bombas de êmbolo, centrífugas e de relógio, banheiras, fogões de cozinha, etc., etc. e máquinas de costura.

Acompanharam-nos nesta visita os Senhores Eng.os José Gil da Silva e Martinho Edmundo de Morais que nos prestaram todos

os esclarecimentos sobre as várias operações metalúrgicas que nesta Fábrica se efectuam.

A secção de fundição está em ampliação de instalações e renovação notável. Funciona actualmente com dois cubillots de 3 ton de produção horária.

Observámos, também, as secções de secagem e recuperação de areia de moldação, de rebarbação, acabamento e esmaltagem.

Fabricam-se, nestas oficinas, dois tipos de máquinas de costura: Oliva (laçada simples) e Zigue-Zague (laçada em zigue-zague). A produção anual prevista na 1.ª fase é de 5.000 máquinas, podendo ir até 15 000. O preço de venda, na 1.ª fase, será tal que permita concorrer com a máquina de costura americana posta em Portugal ao preço actual, sem qualquer protecção pautal extra.

Existe, ainda, nesta Fábrica uma modelar secção de tratamentos térmicos (recozido e têmpera), secções de pintura, acabamento, carpintaria e pré-montagem.

É interessante a montagem em série das diferentes peças (cerca de 500) que constituem uma máquina de costura e que são integralmente, desde os parafusos e molas até o bloco da máquina, fabricadas nesta instalação.

Estas oficinas empregam 300 operários na fábrica de máquinas de costura e 400 na fundição e restantes secções.

III — AMONÍACO

A Fábrica de Estarreja do Amoníaco Português, situada 20 km ao norte de Aveiro, na estrada para o Porto e junto da via férrea Lisboa-Porto, está na fase final de construção e montagem. Trata-se duma instalação que irá pesar fortemente no activo industrial da Nação.

Nesta visita, os Senhores Eng.os Militão Rosa Pereira e Manuel Sequeira Lopes mostraram-nos as secções já montadas e os projectos das que faltam montar desta unidade industrial que utilizará para a sua produção, como matérias primas: ar, água e pirite.

O que mais chama a atenção nesta fábrica são os grandes números, relativos quer às proporções da aparelhagem, quer à quantidade de energia utilizada que atingirá 190.000.000 de Kwh anuais (o consumo actual de toda a cidade de Lisboa é de 150.000.000 de Kwh por ano).

Fabricação — O processo utilizado para a produção de amoníaco será o processo Casale, obtendo-se o hidrogénio por electrólise da água e o azoto por liquefacção e destilação do ar.

O amoníaco será depois transformado em sulfato de amónio por acção do ácido sulfúrico obtido por contacto.

Na construção da Fábrica estão previstas duas fases: Numa primeira fase produzir-se-ão 20 ton por dia de NH_3 transformável em $SO_4(NH_4)_2$ e numa segunda, 60 ton diárias de NH_3 transformável em $SO_4(NH_4)_2$ e nitratos de amónio e cálcio.

Energia — O Amoníaco Português é alimentado por uma linha de 60.000 V, existindo dentro da Fábrica, três sistemas de distribuição: alterna de 220/380 V para iluminação e força motriz; alterna de 6.000 V para os hiper-compressores da síntese; contínua para a electrólise (mutadores de mercúrio).

Redes de canalizações — As redes de canalizações da Fábrica são muitíssimo complexas, pois efectuam o transporte de: água quente, água de refrigeração, água destilada, água de drenagem, esgotos, gases (hidrogénio, azoto, mistura hidrogénio-azoto), amoníaco líquido, etc., etc. O consumo horário de água de toda a Fábrica é de 300 m^3.

Obtenção de H_2 e N_2 — A obtenção de N_2 faz-se por liquefacção e destilação fraccionada do ar, pelo processo Claude. A obtenção do H_2 é feita, como já se disse, por electrólise de água destilada em electrolisadores Schmidt.

A água destilada utilizada anda em circuito fechado, sendo necessário compensar as perdas.

Cada aparelho de electrólise é constituido por 120 electrolisadores (Tipo diafragma

— patente Schmidt — electrólito OH K). Os electrolisadores são alimentados a 7.200 A e 2,5 V, sendo instalados na 1.ª fase 6 e na fase final 14 destes aparelhos.

Preparação de NO_3H — Na 1.ª fase não será empregado o O_2 libertado na electrólise nem aquele que se obtém na liquefacção fraccionada do ar. Na fase final, esse O_2 será utilizado na preparação de NO_3H por oxidação catalítica do NH_3.

Síntese — A mistura H_2—N_2 quando vai para a síntese tem de ir o mais pura possível, sendo a principal impureza a recear o O_2 cujas quantidades não podem ultrapassar 2 por 1:000.000. Para isso, num forno protector efectua-se uma pre-catálise por meio de níquel que provoca a combinação de O_2 com o H_2. Os gases são, então, secos e lançados a 850 atm, por meio do hiper-compressor, no tubo de catálise (que pesa 40 ton. e tem paredes de 20 cm de espessura).

Aproveita-se num pre-aquecimento o calor libertado pela expansão dos gases.

O catalizador é constituído por Fe, Si e Al. A temperatura de síntese é de 500° C. A taxa de conversão é de 20 %. Os restantes 80 % da mistura gasosa são lançados em recirculação.

O NH_3 líquido é conduzido à instalação de sulfatização.

Produção de SO_4H_2 — O sulfúrico será produzido por contacto, numa fábrica com a capacidade de 60 ton. diárias de ácido a 66° Bé, na 1.ª fase e que disporá de 3 fornos Herreshoff de 11 pisos e 15 ton. de pirite de consumo diário.

Instalações para o pessoal — Estão em construção bairros residenciais para pessoal técnico superior e operários.

* * *

Utilizámos nesta Excursão um auto-carro de aluguer que provou ser o meio de transporte mais cómodo e de mais fácil deslocação para Excursões deste tipo. Pena é que o Instituto não possua um o que tornaria mais acessível o conhecimento das indústrias portuguesas aos futuros engenheiros portugueses.

BIBLIOTECA

PUBLICAÇÕES

Todas as publicações aqui indicadas, são pertença da Biblioteca da A. E. I. S. T. e podem ser consultadas a partir desta data.

Pedimos a todos os sócios da Associação, que possuem, requisitados, livros da nossa Biblioteca, o favor de os entregar o mais ràpidamente possível.

Depende da satisfação deste pedido, a reorganização mais rápida dos serviços da Biblioteca.

B. 469 C. D. 526.913.72

A method of combined centring and levelling for surveying instruments equipped with optical plumb indicators

BJERHAMMAR, ARNE

Royal Institute of Technology — Stockolm

1948, n.º 16 — Pág 31

H. U. 441 C. D. 627.8:624.012 3

Repairs to dam at South Barre Massachussets

TURNER, HOVARD M.

Harvard University

1947-48, n.º 441 — Págs. 321 329

H. U. 440 C. D. 669 24

Anisothermal formation of bainit and proentectoid constituents in steels

JAFFE, LEONARD D.

Harvard University

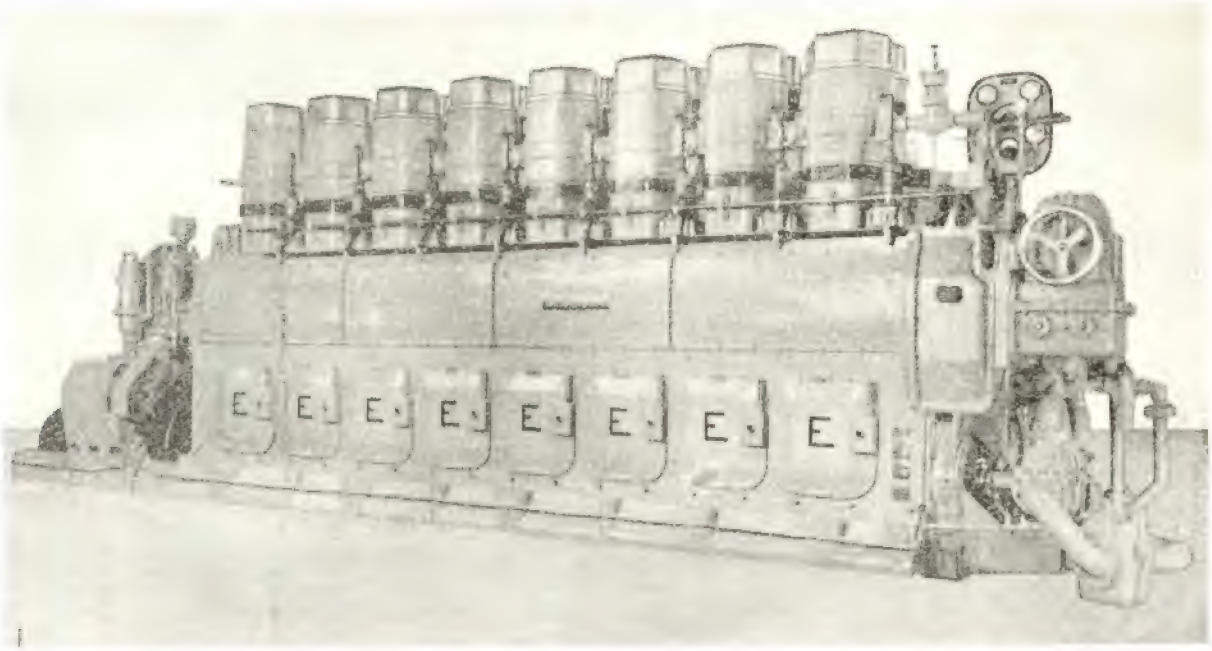
1947-1948, n.º 440 Pág. 14

REVISTAS

	C. D.	
Aeroplane (The), n.os 1913 a 1931	629.13	Inglaterra
Aircraft Engineering, n.os 226 a 231	629.13	Inglaterra
Análise n.º 12	62/69:53:54	Portugal
Arcos, nº 106	621.73	Bélgica
Arquitecto Constructor (El), nº 673	72	Argentina
Boletim Cultural da Guiné Portuguesa, n.º 9	7:8:9	Portugal
Brotéria, Fascículo 5 (1948)	1:2:3 7:8	Portugal
Bulletin du Congrès des Chemins de Fer, n.os 5, 6, 1948	385(05)	Bélgica
Chronique des Mines Coloniales (La), n.º 142	622	França
Ciencia y Tecnica, n.º 551	62/69	Argentina
Engenharia, n.º 7, 1948	62	Portugal
Gazeta dos Caminhos de Ferro, n.os 1451 e 1452	385	Portugal
Indústria Portuguesa, n.º 242	62 69	Portugal
Indústria e Técnica, n.º 20	62/69	Portugal
Informaciones Iram, n.º 2, 1948	389.6	Argentina
Ossature Metalique, n.º 6, 1948	624.014	Bélgica
Quaderni di Architettura, n.º 25	72	Itália
Revista de Camiños, n.os 1-2 (1948)	625	Chile
Revista Electrotécnica, n.º 5 (1948)	621.3	Argentina
Revista de Matemáticas y Física Teórica, n.º 1 (Dez. 1947)	51:52:53	Argentina
Revista da Ordem dos Engenheiros, n.º 52	62	Portugal
Revista do Sindicato Nacional dos Engenheiros Auxiliares, n.os 23, 24 e 25	62/69	Portugal
Roulements À Billes (La), Abril, n.os 2, 3, 4 (1946) 1-2 (1947)	621.822.71	França
Seara Nova, n.os 1086 a 1089	3:7:81(07)	Portugal

ENTERPRISE

ENGINE & FOUNDRY COMPANY — U. S. A.



MOTORES DIESEL MARÍTIMOS — MOTORES DIESEL ESTACIONÁRIOS

GRUPOS DIESEL-GERADOR

45 a 2100 HP — **200 a 850 RPM** — **3 a 8 cilindros**

- Bloco de cilindros fundido numa só peça.
- Base fundida numa só peça.
- Camisas em contacto directo com a água.
- Cabeças de cilindro individuais.
- Cambota em aço forjado.
- Tirantes em aço forjado, Tipo marítimo.
- Bombas de injecção individuais.
- Válvulas em aço « SILICHROME »
- Lubrificação forçada.
- Balanceiros com sistema hidráulico para eleminação de folga.
- Válvula de arranque em todos os cilindros.
- Com ou sem sobre-alimentação.

CONSTRUÇÃO ROBUSTA — SERVIÇO CONTÍNUO — ECONOMIA

REPRESENTANTES:

• TERMO-MECANICA •

LIMITADA

RUA ANDRADE CORVO, 3-C — **LISBOA**

FICHEIRO

Sob esta rubrica, figuram só as fichas dos artigos que nos mereceram maior atenção e estão contidos nas revistas recebidas nesta Biblioteca.

Economia

C. D. 332

El crédito industrial — *Llorens Pastor, J. E.*

Ciencia y Técnica, 1948, vol. 110, n.º 551, págs. 292/302

En este artículo se estudian las razones esgrimidas a favor de la creación de una institución especializada para el otorgamiento del crédito industrial, y las que propugnaban que los bancos comerciales comunes se hicieran cargo del mismo. Finalmente se comenta la organización dada al Banco de Crédito Industrial Argentino.

Aerodinamica

C. D. 533.:09

Efecto de compresibilidad en la aerodinámica — *Karman, T. von.*

Ciencia y Técnica, 1948, vol. 110, n.º 551, págs. 251/278.

El presente artículo tiene como objeto el pasar revista al estado actual de la teoria de los fluidos compresibles desde el punto de vista práctico de su utilidad para interpretar la investigación experimental y servir de guia en los proyectos.

Luego de estudiar el movimiento irrotacional de los fluídos ideales, el autor menciona analogías mecánicas y eléctricas, y diferentes métodos de estudios: por desarrollo en potencias del número de Mach; de la hodógrafa, etc. Se añaden comentarios acerca de estudios directamente inspirados por el mismo autor.

Aproveitamentos hidroeléctricos

C. D. 621.311.21

Aproveitamento hidroeléctrico do Rio Tâvora — *Baptista Júnior, Eng. José Rafael.*

Revista da Ordem dos Engenheiros, 4-1948, n.º 52, págs. 169/192.

Redes

C. D. 621.316.933

Parafondres.

Asea-Revue, 11-947, vol. 19, n.º 6, págs. 65/66.

C. D. 621.316.13.064.1

Pratical calculation Methods far Determining short--circuit corrents in three-phase Networks — *M. Walgreen.*

Asea Journal, 11-12-47, vol. 20, n.º 11-12, págs. 179/187.

Construção mecânica

C. D. 531.168.5:621-12

Amplitude angulaire et irregularité de vitesse de rotation des machines á pistons.

Revue Technique Sulzer, 1947, n.º 3-4, págs. 23/32.

Fotoelectrotécnia

C. D. 621.385.833

Un nouveau microscope electronique à Grossimement reglable de façon continue — *J. B. Le Poole.*

Revue Technique Philips, 1947, vol. 9, n.º 2, págs 33/54.

Telecomunicações

C. D. 621.396.666:621.396.677.1

Installations propes à ameliorer la reception de la radiodifusion — *P. Cornélius et J. Slovten.*

Revue Technique Philips, 1947, vol. 9, n.º 2, págs. 55-64.

Motores

C. D. 621.132.3(44)

La nouvelle locomotive compound à 3 cylindres 242-A-1 de la S. N. das Ch. de Fer français — *H. Martin.*

Bulletin du Congrès des Chemins de Fer, 1948, n.º 4, pág. 240.

C. D. 621.43

Los primeros motores de combustión interna — *E. Mallol.*

Ciencia y Técnica, 1948, vol. 110, n.º 551, págs 279/291.

A través de la descripción de los primeros motores de combustión interna, el autor, rinde un homenage al insigne ingeniero Rudolf Diesel, para quien su invento significó más desventura que dicha. Se consideran en estas líneas las tentativas iniciales para llegar hasta la construcción de un motor industrial las que se orientaron definitivamente a principios de siglo; al final, en pocas palabras, se comenta la muerte de este benefactor y la trascendencia de su creación.

Publicam secções de bibliografia técnica as seguintes revistas recebidas na nossa Biblioteca:

CIENCIA Y TECNICA
REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS
DYNA
CEMENTO Y HORMIGON
REVISTA DA ORDEM DOS ENGENHEIROS
ALFA

Para impermeabilizar terraços, paredes, fundações, etc.

CONTRA A HUMIDADE

FABRICA EM SACAVÉM

TELEFONE 20879 TELEG. EPALDA—LISBOA

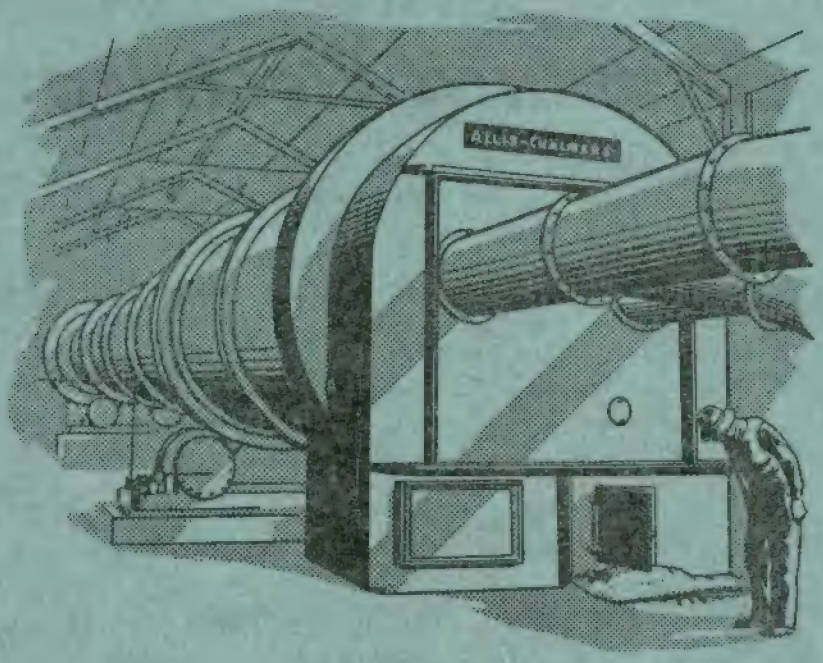
OFICINAS E LABORATÓRIOS
DO
INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

As oficinas pedagógicas do Instituto Superior Técnico, de CARPINTARIA DE MOLDE, de INSTRUMENTOS DE PRECISÃO e de ELECTROTÉCNICA, fornecem todo o género de material escolar e de demonstração para o ensino técnico. Nos laboratórios de QUÍMICA ANALÍTICA, FÍSICA INDUSTRIAL E DE MINERALOGIA executam-se análises para o público

Para quaisquer informações, dirigir-se ao secretário da comissão executiva

ALLIS CHALMERS

O FABRICANTE DA MAIS VASTA LINHA DE EQUIPAMENTO DO MUNDO



FORNOS GIRATÓRIOS DE ALTO RENDIMENTO E CONDUCTIBILIDADE TÉRMICA

Regulação exacta, menos perdas ocasionadas pelo pó e alta conductibilidade térmica são caracteristicas dos fornos giratórios da Alli-Chalmers — que é o principal fabricante no mundo deste tipo de equipamento.

Estes fornos são projectados para funcionar a temperaturas elevadas e constantes nas indústrias de cimento, tratamentos e muitas outras. A sua construção por soldadura especial é excepcionalmente robusta.

PEÇA-NOS INFORMAÇÕES sobre os fornos giratórios Allis-Chalmers, especialmente projectados para as suas necessidades. O equipamento Allis-Chalmers é uma garantia da mais perfeita construção

REPRESENTANTES EXCLUSIVOS

ESTABELECIMENTOS HEROLD, LIMITADA

Rua dos Douradores 7, Lisboa

Standard Electrica

ASSOCIADA

DA

INTERNATIONAL TELEPHONE AND TELEGRAPH CORP

- EQUIPAMENTOS PARA TODOS OS GÉNEROS DE COMUNICAÇÕES ELÉCTRICAS por rádio e por circuitos metálicos.
- EQUIPAMENTOS DE TODAS AS POTÊNCIAS PARA RADIODIFUSÃO E TELEVISAO.
- GRANDES E PEQUENAS CENTRAIS TELEFONICAS, manuais e automáticas.
- TODO O GÉNERO DE APARELHAGEM MANUAL E AUTOMÁTICA para instalações telefónicas e telegráficas.
- FORNOS ELÉCTRICOS desde pequenas potências, com aquecimento por correntes de radiofreqüência.
- SISTEMAS PATENTEADOS, DE ANTENAS de alta eficiência.
- CABOS DE TODOS OS TIPOS para comunicações em tôdas as freqüências e para transporte de energia.

Telefone 2 3111/2/3 Rua Augusta, 27 LISBOA

SONDAGENS RODIO, Limitada

Sondagens geológicas, estudo da resistência e permeabilidade de terrenos; laboratório geotécnico

Pesquisas de água.

Consolidação e impermeabilização de terrenos e de obras por meio de injecções de cimento, produtos químicos, argila activada, emulsão betuminosa Shellperm, etc.

Estacas de betão armado, sistema **Ródio** moldadas no solo sem trepidações.

Rebocos comprimidos por «cement gun»

Fundações em terrenos difíceis quer por congelação artificial, quer por abaixamento do lençol de água.

As melhores referências no país e no estrangeiro

Sócio gerente residente em Portugal:
Walter Weyermann, Eng. civil

R. S. Mamede ao Caldas, 22, 3.º — LISBOA

Tel. 2 8685

ACROW

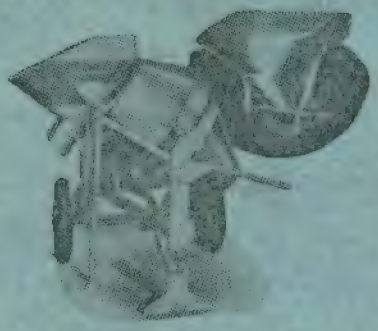
150 LITROS

As únicas betoneiras de 150 litros, equipadas com tremonha doseadora de materiais, permitindo trabalho contínuo, isto é o s/rendimento aumentado em 50 %; chassis montados sobre molas e rodado sobre pneus, permitindo **a mais fácil deslocação.**

MOTORES

A GASOLINA

Entrega imediata, no armazém do representante exclusivo para Portugal

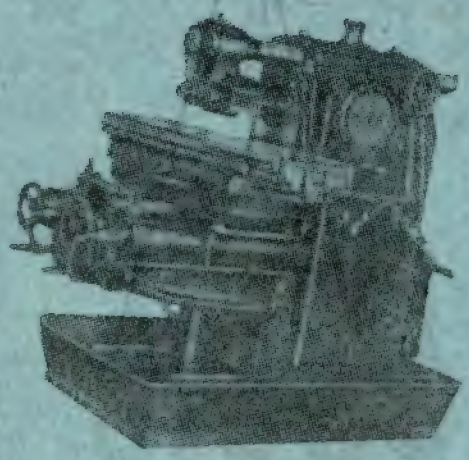


Telef. 2 2001 / 2 6633

Henry M. F. Hatherly, Ltd.ª

Rua do Comércio, 8-5.º — LISBOA

- Tornos mecânicos de precisão com caixa de engrenagens
- Máquinas de fresar universais
- Limadores mecânicos
- Máquinas de furar
- Barbequins eléctricos, etc.



Todas estas máquinas são construidas segundo os mais modernos principios técnicos de grande rendimento e precisão e provêm de fábricas de primeira grandeza.

Entrega imediata ou a breve prazo

MÁQUINAS DE PRECISÃO, LIMITADA

(Director: Eng.º J. D'ARRIAGA DE TAVARES)

Armazém de exposição: **Rua da Boa Vista, 45-49 — LISBOA // Telef. 6 1581**

AÇO VASADO

Aço ao convertidor e ao cadinho. Peças para material de caminhos de ferro, minas, moinhos de minério e em geral todas as aplicações. Laboratórios de ensaio e controle privativos.

ALFREDO ALVES & C.ª (FILHOS)

ENGENHEIROS CONSTRUTORES: C. G. ALVES (Dec. 32:204)

E

FÁBRICAS VULCANO E COLLARES

(ENCORPORADA EM 1945)

Rua da Academia das Ciências, 5

Telefone, 3 1710 - 3 1719 — LISBOA

Telegramas: FREDALVES

AGÊNCIA NO PORTO: Praça de D. João I, n.º 25-1.º

Telef. 2 4771

Companhia União Fabril

Sede: Rua do Comercio, 49

LISBOA

O MAIOR AGRUPAMENTO INDUSTRIAL DA PENINSULA IBÉRICA

Fábricas em:

Alferrarede, Barreiro, Canas de Senhorim, Lisboa, Mirandela, Óbidos, Porto, Soure e Vila Nova de Gaia.

Superfosfatos, Sulfatos de Cobre, Enxofre, Sabões, Acidos, Oleos industriais e alimentares, Azeites, Torteame, Sacarias, Grossarias, Fios, Carpetes e Mangueiras.

Oficinas de:

Construções metalicas, Mecânica geral de Automoveis e Engrenagens

Fundição de:

AÇO, FERRO E OUTROS METAIS

Construção Naval

(Arrendataria do estaleiro naval da A. G. P. L.)

Metalurgia de Ouro e Prata — Refinação electrolitica

COM UM
FOGÃO
A GAZ
NÃO HÁ MÁS
COZINHEIRAS
e 11
FÁBRICA PORTUGAL
PRAÇA DOS RESTAURADORES, 49-57 - TEL. 24948

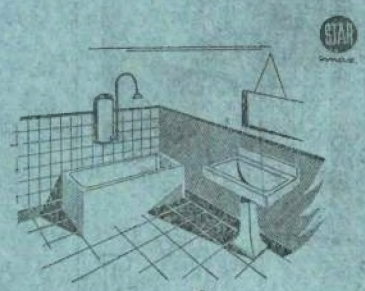
A boa economia reside na aplicação criteriosa do dinheiro. Inteire-se da qualidade dos produtos que pretende adquirir.

Se desejar

Postes – Manilhas
ou
Mosaicos

PORTO
Praça da Batalha, 90-2.º
Telef. 2 7117

LISBOA
Rua D. Estefânia, 42
Telef. 4 7812



Isolamentos interiores

CONTRA A HUMIDADE
CONTRA O CALOR
CONTRA O SOM

ANTHUMIDE

REPRESENTANTES: LEACOCK
AV. 24 DE JULHO, 16—LISBOA
RUA JOSÉ FALCÃO, 185—PORTO

Emprêsa de Sondagens e Fundações

TEIXEIRA DUARTE, L.DA

RUA DA BETESGA, 57, 3.º
TELEF. 3 2774

LISBOA

SOCIEDADE ANÓNIMA

BROWN, BOVERI & CIE.

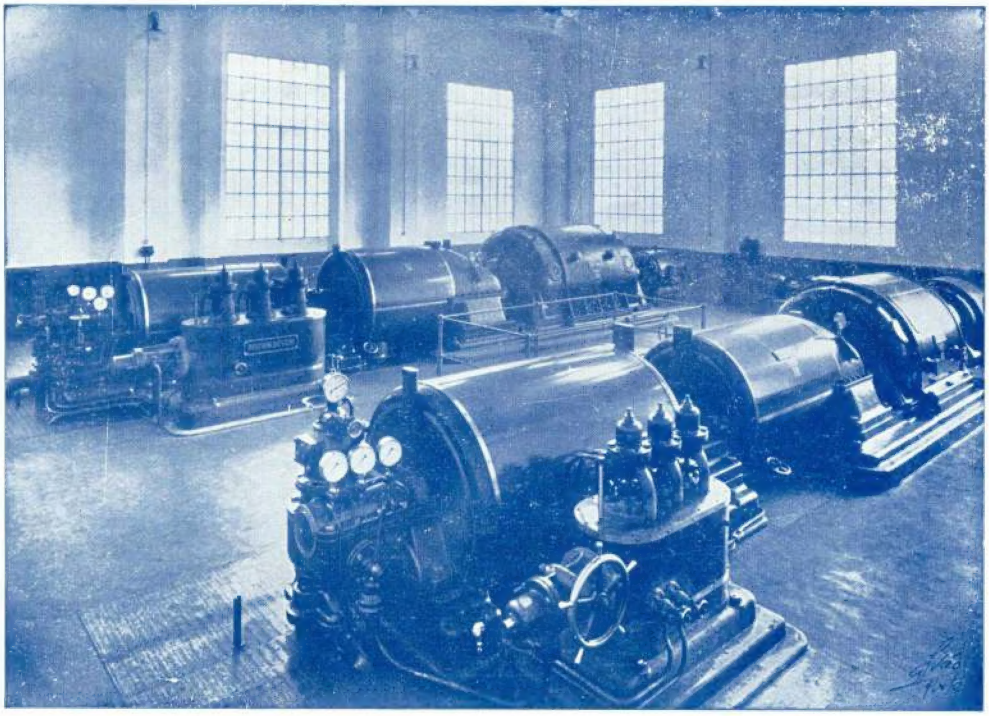
BADEN (SUISSA)

Representante geral para Portugal e Colónias:

EDOUARD DALPHIN

Escritório Técnico: Praça de D. João I, 25, 3.º Dir. // PORTO // Tel. 2 411

Máquinas eléctricas, transformadores, mutadores, aparelhos para alta e baixa tensão. Montagem completa de centrais termo e hidro-eléctricas. Electrificação de fábricas e de caminho de ferro. Locomotivas, e auto-motoras eléctricas e Diesel-eléctricas. Máquinas de extracção. Turbinas a vapor. Geradores de vapor Velox. Máquinas frigoríficas. Grupos e transformadores para a soldadura pelo arco. Fornos eléctricos. Comandos eléctricos especiais para tôdas as máquinas utilizadas nas Fábricas de Fiação, Tecelagem, Acabamentos, Estamparia, Cimento, Moagem, Material de alta frequência, Telegrafia, Telefonia, Telecomando, etc.



S. A. União Eléctrica Portuguesa — Setúbal
Turbo-grupos de 6.400 kW